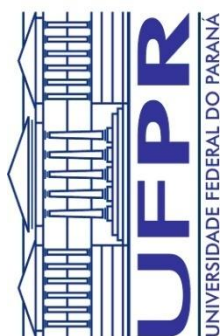
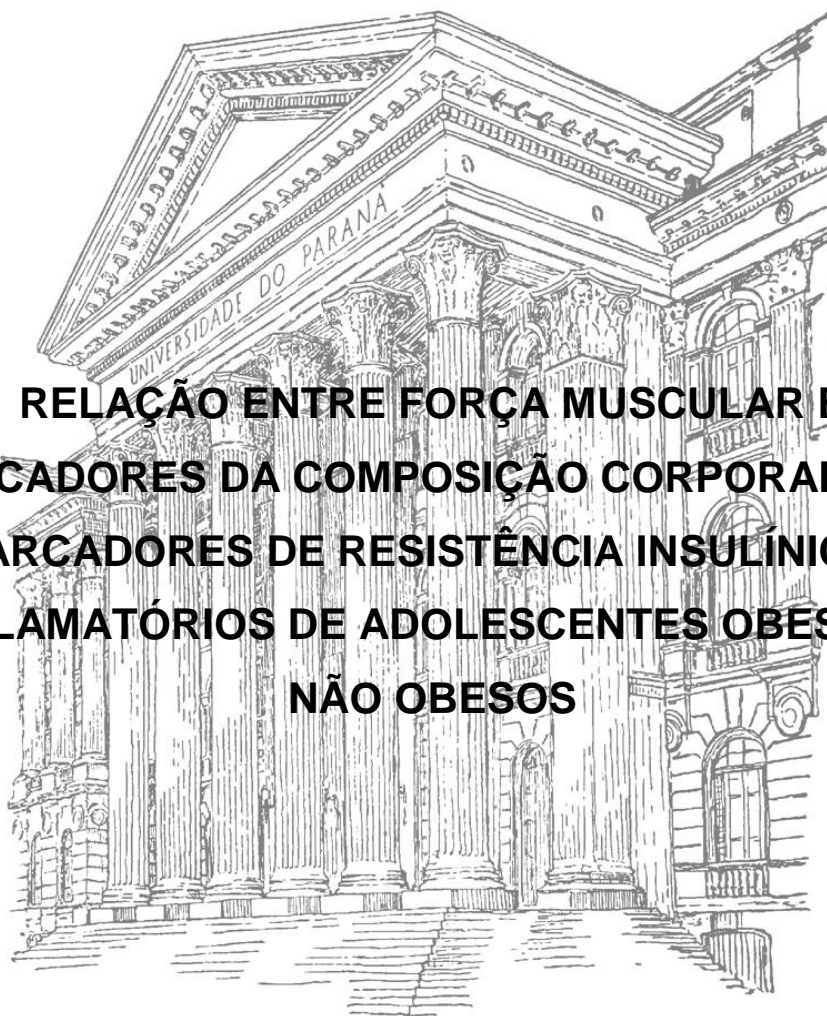


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



FREDERICO BENTO DE MORAES JUNIOR

**RELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR E
INDICADORES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL COM
MARCADORES DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA E
INFLAMATÓRIOS DE ADOLESCENTES OBESOS E
NÃO OBESOS**



CURITIBA

2016

FREDERICO BENTO DE MORAES JUNIOR

**RELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR E
INDICADORES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL COM
MARCADORES DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA E
INFLAMATÓRIOS DE ADOLESCENTES OBESOS E
NÃO OBESOS**

Dissertação apresentado como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Dr^a NEIVA LEITE



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Educação Física



TERMO DE APROVAÇÃO

FREDERICO BENTO DE MORAES JUNIOR

“Relação entre força muscular e indicadores da composição corporal com marcadores de resistência insulínica e inflamatórios em adolescentes”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa de Atividade Física e Saúde do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professora Doutora Neiva Leite
Presidente/Orientadora

Professor Doutor Paulo Cesar Barauce Bento
Membro Interno

Professor Doutor Enio Ricardo Vaz Ronque
Membro Externo

Curitiba, 24 de Fevereiro de 2016.

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Moraes Junior, Frederico Bento de

Relação entre força muscular e indicadores da composição corporal com marcadores de resistência insulínica e inflamatórios de adolescentes obesos e não obesos. / Frederico Bento de Moraes Junior. – Curitiba, 2016.

104 f.: il. ; 30cm.

Orientadora: Neiva Leite

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Obesidade. 2. Inflamação. 3. Adolescentes. 4. Força muscular. I. Título II. Leite, Neiva . III Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20. ed.) 616.398

Dedico este trabalho a minha querida esposa, Viviana,
que sempre me incentivou a alcançar meus objetivos;

E aos meus admiráveis pais, Frederico e Maria Cecília
com todo amor e gratidão por tudo que fizeram e me
ensinaram para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por todo seu amor e bondade que tens a mim, por nunca ter me deixado cair em desespero, e estar sempre comigo para enfrentar as dificuldades do caminho que escolhi.

À minha querida esposa, pela compreensão, mesmo em momentos difíceis não deixou sucumbir nosso amor, e por estar sempre ao meu lado com todo seu carinho apoiando em todas as decisões que tomava.

Em especial aos meus pais Frederico B. Moraes Neto e Maria Cecília B. de Moraes, que nunca mediram esforços para proporcionar aos seus filhos tudo de melhor que eles poderiam alcançar, pelos ensinamentos e sermões, mas principalmente pelos exemplos. Se hoje sou o que sou, é porque renunciaram a vida tranquila do campo em busca de um objetivo, enfrentaram todas as adversidades da cidade grande para propiciar um ensino melhor, que por muitas vezes não tiveram oportunidade de ter. Admiro imensamente os dois pela coragem e perseverança que têm, além de terem construído uma linda família abençoada por Deus.

Aos meus irmãos Julio e Juliano, pelo incentivo direto ou indireto, perto ou distante, mesmo estando longe sinto suas presença e apoio de vocês.

À todos os meus familiares, que de alguma maneira ajudaram a me tornar o que sou hoje, em especial ao Tio Vitor de Moraes pelo exemplo de superação na educação e no ensino, além do incentivo para seguir carreira acadêmica. Aos meus queridos avôs, Alzemiro e Jardelina, e aos eternos Salvador e Magdalena (*in memoriam*).

À minha professora orientadora Dr. Neiva Leite, por antes de tudo ser um exemplo de educadora, sempre preocupada em formar nossos educadores com qualidade, espero ter conseguido absorver todas as dicas e ensinamentos mais o principal o vontade e o amor pelo que faz. Obrigado por todo esse ensinamento, pelas broncas que lá no fundo sempre foram críticas construtivas que buscavam sempre extrair o melhor de cada um de nós.

À Professora Dr. Joice Stefanello pelas conversas motivadoras, disposta a ajudar e dar uma palavra amiga sempre em que vê uma cara de preocupação por perto.

Aos meus nobres colegas, amigos e companheiros de NQV, por todo ensinamento compartilhado. Em especial a Larissa e minha companheira de mestrado Cris.

Ao meu querido amigo Prof. Dr. Wendell, que me ajudou a dar os primeiros passos nessa jornada, colaborando direta e indiretamente com minha formação, além de ser um exemplo de profissional a seguir pela sua persistência dedicação com aquilo que acredita.

Aos Professores de graduação, mestres na minha formação, que desde o início perceberam em mim um potencial para seguir em frente com os estudos. Em especial aos queridos professores Dr. Gerson Dal-col e *Paulo Scardazan Heren (in memoriam)*.

Ao meu amigo Thiago Trevisan por estar sempre pronto a me ajudar e dar uma palavra amiga para que pudesse me concentrar e manter o foco na conclusão deste.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela estrutura concedida para a realização deste estudo, bem como aos professores das disciplinas que tive a oportunidade de cursar e que agregaram muito em minha formação e ao Rodrigo, secretário do programa de sempre pronto a nos auxiliar em tudo que necessitamos.

Tenho privilégio de encerrar meus agradecimentos agradecendo a minha pátria, onde sou um cidadão com direitos e deveres a serem cumpridos, que me garante o direito de ir e vir, um lugar, para morar e para estudar. Obrigado ao Ministério da Educação e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à pesquisa, por meio do qual foi possível a realização do presente estudo. Espero poder retribuir de alguma maneira tudo o que me foi concedido.

*“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos
mantemos fiéis a nós mesmos.”*

Friedrich Nietzsche

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar se a força muscular (FM) é influenciada pelos indicadores de composição corporal, bem como sua associação com marcadores pró e anti-inflamatórios e de resistência insulínica (RI) em adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos. A amostra foi constituída por 92 adolescentes (40 rapazes e 52 moças), pós-púberes, de ambos os sexos, com idades entre 14 e 17 anos, oriundos de escola pública da cidade de Curitiba-Pr. Os sujeitos foram divididos em três grupos: Obeso (M=16, F=19), Sobrepeso (M=12, F=19) e Eutrófico (M=12, F=14). Foram avaliadas a massa corporal (MC) e estatura para cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC) e circunferência abdominal (CA). A composição corporal foi realizada por absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) e a FM estimada pelo teste de uma repetição máxima (1RM). Amostras sanguíneas foram coletadas após 12 horas de jejum para dosagens de glicose, insulina, triacilglicerol (TAG) e colesterol total (CT), assim como marcadores pró e anti-inflamatórios; interleucina-6 (IL-6), interleucina-10 (IL-10), fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), proteína C-reativa (PCR) e das adipocinas, leptina, adiponectina e resistina. Para análise estatística utilizou-se ANOVA *One way*, seguido de *Post Hoc* de *Bonferroni* para comparações múltiplas e correlação de *Pearson* para variáveis normais, ou *Kruskal-Wallis* e *Spearman* para as variáveis que não apresentaram normalidade. O nível de significância foi $p < 0,05$. Os grupos masculinos e femininos obesos, seguidos dos com sobrepeso apresentaram maiores valores de MC, IMC escore z (IMC-z), CA ($p < 0,001$), bem como, maiores alterações nas concentrações de insulinemia, HOMA-IR e menores do índice QUICKI ($p < 0,001$). Moças obesas apresentaram maior MLG que as com sobrepeso e eutróficas ($p < 0,001$), diferença essa não encontrada nos grupos masculinos. As variáveis inflamatórias apresentaram maiores concentrações de leptina em ambos os grupos de adolescentes obesos ($p < 0,001$), bem como, maior concentração de PCR nos rapazes e menor de resistina nas moças ($p < 0,001$). Maior FM absoluta de membros superiores ($p < 0,001$) e inferiores ($p < 0,001$) foram observados nas moças adolescentes, porém, o mesmo não foi encontrado nos rapazes, essas alterações são atribuídos a similaridade de MLG entre os grupos masculinos. Quando a FM foi expressa corrigida pela MC os grupos de obesos e com sobrepeso apresentaram menor FM que eutróficos em moças e rapazes ($p < 0,01$), porém, quando corrigidos pela MLG e MLG localizada não houve diferença significativa entre os grupos analisados em ambos os gêneros. A força de membros superiores e inferiores nas moças foram diretamente correlacionadas com variáveis antropométricas ($p < 0,001$), insulinemia ($p < 0,05$), HOMA-IR ($p < 0,05$) e Leptina ($p < 0,01$) enquanto a FM de membros superiores foi indiretamente com o índice QUICKI ($r = -0,431$; $p < 0,01$). Os marcadores de RI se correlacionaram com a MLG nas moças, e com as variáveis antropométricas de ambos os grupos. Houve forte e direta correlação da leptina com as variáveis IMC-z, CA e %MG em ambos os grupos ($p < 0,001$). Conclui-se, na presente amostra, que o comportamento da força muscular é diferente entre os sexos, as meninas obesas apresentaram maiores FM e MLG do que os outros grupos. Provavelmente, as meninas obesas apresentaram efeito da sobrecarga corporal no aumento da MLG e FM, o que acarretou a existência da correlação direta da FM com marcadores de RI e leptina. Enquanto que os meninos foram semelhantes quanto à força muscular e MLG, independente da adiposidade, sendo que não houve correlação da FM com marcadores de RI e inflamatórios. Em relação à adiposidade corporal, em ambos os sexos, as variáveis apresentaram correlação direta com marcadores de RI e pró-inflamatórios, principalmente a leptina. Entretanto, a FM corrigida pela MC foi menor nos grupos obeso e com sobrepeso do que em eutróficos, tanto em moças como em rapazes. Desta forma, a FM parece ser medida indireta, que deve ser expressa relativa ao grau obesidade, para que a avaliação da força muscular seja utilizada como ferramenta prática e acessível no acompanhamento de fatores de risco cardiovasculares em adolescentes.

Palavras-chave: Força muscular, Obesidade, Inflamação, Adolescentes.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the muscular strength (FM) is influenced by body composition indicators and their association with pro and anti-inflammatory markers and insulin resistance (RI) in obese, overweight and normal. The sample consisted of 92 adolescents (40 boys and 52 girls), post pubertal, of both sexes, aged 14 and 17, from a public school in the city of Curitiba-Pr. The subjects were divided into three groups: Obese (M = 16, F = 19), overweight (M = 12, F = 19) and eutrophic (M = 12, F = 14). They evaluated the body mass (MC) and height to calculate body mass index (IMC) and waist circumference (CA). Body composition was performed by radiological absorptiometry dual energy absorptiometry (DXA) and FM estimated by test repetition maximum (1RM). Blood samples were collected after 12 hours of fasting for determination of glucose, insulin, triacylglycerides (TAG) and total cholesterol (CT), as well as pro and anti-inflammatory markers; Interleukin-6 (IL-6), interleukin-10 (IL-10), tumor necrosis factor (TNF- α), C-reactive protein (PCR) and adipokines, leptin, adiponectin, and resistin. For statistical analysis we used ANOVA One way, followed by Bonferroni post hoc for multiple comparisons and Pearson correlation to normal variables, or Kruskal-Wallis and Spearman for the variables that were not normal. The level of significance was $p < 0.05$. Male groups and obese, followed female of overweight showed higher MC values, BMI z score (IMC z) CA ($p < 0.001$) as well as major changes in the insulin concentrations, HOMA-IR and minor QUICKI index ($p < 0.001$). Obese women had higher MLG that overweight and normal weight ($p < 0.001$), a difference not found in male groups. Inflammatory variables showed higher concentrations of leptin in obese adolescents of both groups ($p < 0.001$), as well as higher PCR concentration in boys and lower resistin in females ($p < 0.001$). Higher absolute FM upper limbs ($p < 0.001$) and lower ($p < 0.001$) were observed in teenage girls, but it was not found in boys, these alterations are attributed to similarity MLG between male groups. When FM was expressed corrected by MC obese and overweight groups had lower FM than in normal weight girls and boys ($p < 0.01$), however, when corrected by localized MLG and MLG there was no significant difference among the groups in both genders. The strength of the upper and lower members in girls were directly correlated with anthropometric variables ($p < 0.001$) and insulin ($p < 0.05$), HOMA-IR ($p < 0.05$), leptin ($P < 0.01$) as FM upper limbs was indirectly with QUICKI index ($r = -0.431$; $p < 0.01$). The RI markers correlated with MLG in girls, and anthropometric variables of both groups. There was a strong and direct correlation with IMC z, leptin variables, CA and %MG in both groups ($p < 0.001$). It follows, in this sample, the behavior of muscle strength is different between the sexes, obese girls had higher FM and MLG than the other groups. Probably the obese girls presented effect of body burden in increasing MLG and FM, which led to the existence of direct correlation FM with RI markers and leptin. While the boys were similar in muscle strength and MLG, independent of adiposity, and there was no correlation between the FM with IR and inflammatory markers. In relation to body adiposity, in both sexes, the variables had a direct correlation with RI markers and pro-inflammatory, especially leptin. However, the FM corrected by MC was lower in obese and overweight groups than in normal weight both in girls as in boys. Thus, the FM seems to be an indirect measure, which should be expressed on the degree obesity, for the evaluation of muscle strength is used as a practical and accessible tool for monitoring cardiovascular risk factors in adolescents.

Keywords: Muscle strength, Obesity, Inflammation, Adolescents.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO, DIVIDIDOS CONFORME PERFIL DE IMC (MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO).....	41
TABELA 2 -	VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO, DIVIDIDOS CONFORME PERFIL DE IMC (MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO).....	42
TABELA 3 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS PRESSÓRICAS E PARÂMETROS LABORATORIAIS DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	43
TABELA 4 -	COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS PRESSÓRICAS E PARÂMETROS LABORATORIAIS DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	46
TABELA 5 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	49
TABELA 6 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	50
TABELA 7 -	DISTRIBUIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS SEGMENTOS POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	51
TABELA 8 -	DISTRIBUIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS SEGMENTOS POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	52
TABELA 9 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DOS MARCADORES PRÓ E ANTI-INFLAMATÓRIOS DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	53
TABELA 10 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DOS MARCADORES PRÓ E ANTI-INFLAMATÓRIOS DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	54
TABELA 11 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	55
TABELA 12 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	56

TABELA 13 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR DE RELATIVA DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	57
TABELA 14 -	MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR DE RELATIVA DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	58
TABELA 15 -	MATRIZ DE VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	59
TABELA 16 -	MATRIZ DE VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	60
TABELA 17 -	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	61
TABELA 18 -	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	62
TABELA 19 -	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	63
TABELA 20 -	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	64
TABELA 21 -	CORRELAÇÃO ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	65
TABELA 22 -	CORRELAÇÃO ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO	65

TABELA 23 -	CORRELAÇÃO ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	66
TABELA 24 -	CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	FLUXOGRAMA DE SELEÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA.....	34
FIGURA 2 –	PONTOS DE CORTE DE ÍNDICE DE MASSA CORPORAL POR IDADE PARA ADOLESCENTES.....	36
FIGURA 3 –	EXERCÍCIOS PROPOSTOS PARA OS TESTES DE 1RM	37
FIGURA 4 –	DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL LIPÍDICO DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	44
FIGURA 5 –	DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL METABÓLICO DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.....	45
FIGURA 6 –	DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL LIPÍDICO DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO	47
FIGURA 7 –	DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL METABÓLICO DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO.....	48

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM - Uma Repetição Máxima

CA - Circunferência Abdominal

DM2 - Diabetes Mellitus Tipo 2

DP – Desvio Padrão

FM - Força Muscular

HDL - Proteína de Alta Densidade

HOMA-IR - Homeostasis model assessment

IL-6 - Interleucina-6

IMC - Índice de Massa Corporal

LDL - Proteína de Baixa Densidade

MC - Massa Corporal

MG - Massa Gorda

MLG - Massa Livre de Gordura

PAD - Pressão Arterial Diastólica

PAS - Pressão Arterial Sistólica

PCR - Proteína C-Reativa

QUICKI - Quantitative Insulin Sensitivity Check Index

RI – Resistência insulínica

SMet - Síndrome Metabólica

TAG - Triacilglicerol

TNF- α - Fator de Necrose Tumoral Alfa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	18
1.1.1. Objetivo Geral	18
1.1.2. Objetivos Específicos	19
1.2. HIPÓTESES	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. OBESIDADE	20
2.2. COMPOSIÇÃO CORPORAL	23
2.3. MARCADORES INFLAMATORIOS E DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA	24
2.4. FORÇA MUSCULAR	29
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	33
3.2. PARTICIPANTES	33
3.3. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	35
3.3.1. Local	35
3.3.2. Avaliações antropométricas	35
3.3.3. Avaliação da Força Muscular	37
3.3.4. Exames Laboratoriais	38
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
4. RESULTADOS	41
4.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA	41
5. DISCUSSÃO	59
6. CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICES	98
ANEXOS	103

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é tema de preocupação mundial de saúde em adultos e na população infanto-juvenil, visto que, é importante fator de risco para doenças cardiovasculares, responsável pelo maior número de mortes em todo o mundo (GRAY *et al.*, 2011). Em geral, é resultado do balanço energético positivo, causada por mudança de hábitos alimentares e inatividade física, cujo excesso de calorias é armazenado no tecido adiposo (MONTEIRO *et al.*, 2004). Crianças com sobrepeso e obesidade possuem maiores fatores de riscos cardiovasculares e complicações metabólicas como, por exemplo, a resistência insulínica (RI), que pode evoluir na vida adulta para o diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (FREEDMAN *et al.*, 2008; MARX, 2002). A manutenção da aptidão física tem sido descrita como forma preventiva do desenvolvimento do excesso de peso entre crianças e adolescentes (LOPES *et al.*, 2016), pois a aptidão cardiorrespiratória e a força muscular (FM) são consideradas fatores importantes em todas as faixas etárias, a fim de garantir longevidade e funcionalidade (ACSM, 2007).

O excesso de peso associa-se de forma inversa com aptidão cardiorrespiratória em jovens (ORTEGA *et al.*, 2007), portanto, consequências atribuídas a adiposidade podem ser parcialmente relacionadas a baixa aptidão física (RUIZ *et al.*, 2006). O acúmulo de gordura corporal está também relacionado com a diminuição de outros componentes da aptidão física, como da aptidão muscular, que têm demonstrado associação inversa com o desenvolvimento da obesidade, principalmente em estágios iniciais da vida (BRAMBILLA; POZZOBON; PIETROBELLI, 2011; GUINHOYA, 2012; KIM; PARK, 2013), estes resultados podem ter efeito combinado e cumulativo que aumentam os riscos de mortalidade na vida adulta (ORTEGA *et al.*, 2008). Estudos têm mostrado que baixos níveis de força muscular (FM) estão associados ao aumento da RI (BENSON; TORODE; FIATARONE SINGH, 2007; JIMÉNEZ-PAVÓN *et al.*, 2012a; LEE *et al.*, 2012; ORTEGA *et al.*, 2007; RUIZ *et al.*, 2006; STEENE-JOHANNESSEN *et al.*, 2009) e ainda de maneira inconclusiva com a inflamação crônica (RUIZ *et al.*, 2009), independente da aptidão cardiorrespiratória (JIMÉNEZ-PAVÓN *et al.*, 2012b). Destaca-se também que a FM possui associação inversa e independente por todas as causas de morte e cânceres em homens (Ruiz *et al.*, 2008).

Desta forma, a FM possui importante papel na prevenção de doença crônica degenerativas, e associa-se de maneira inversa aos riscos metabólicos (ARTERO *et al.*, 2011, 2012), o que inclui também a população infanto-juvenil (LEITE *et al.*, 2009b). Alguns autores verificaram que a diminuição da FM foi preditora independente de RI em crianças (BENSON; TORODE; SINGH, 2006) e inversamente associada com escores de risco cardiometabólico, triacilglicerol (TAG), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL), colesterol e glicose em adolescentes (GARCÍA-ARTERO *et al.* (2007), bem como com a pressão arterial sistólica, Índice de Modelo Homeostático (HOMA-IR) e circunferência abdominal (CA) em crianças e adolescentes (STEENE-JOHANNESSEN *et al.*,2009). Além disso, a FM foi inversamente associada com a PCR em adolescentes com excesso de peso após controle da massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG), o que sugere efeito protetor da FM no desenvolvimento de estado inflamatório crônico (RUIZ *et al.*,2008). Fator que foi verificado no estudo de Lopes *et al.* (2016), que após treinamento combinado (força muscular + aeróbio), as meninas adolescentes com sobrepeso que obtiveram maiores níveis de FM apresentaram diminuição das concentrações séricas de PCR e Leptina, assim como na RI.

Portanto, é importante estimular a prática regular de exercícios físicos, visando à manutenção da aptidão física e da força muscular, pois a adiposidade está associada ao estado inflamatório de baixo grau, caracterizado por concentrações elevadas de substâncias pró-inflamatórias como fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucina-6 (IL-6), proteína C-reativa (PCR) e baixas concentrações de substâncias antiinflamatórias como adiponectina. Esse estado inflamatório crônico pode contribuir para o surgimento e agravamento de outras doenças na infância e adolescência como a hipertensão arterial sistêmica (WALSH; GLEESON; SHEPHARD, 2011). Em crianças e adolescentes obesos, concentrações elevadas de PCR e baixas concentrações de adiponectina podem influenciar diretamente na RI e disfunção endotelial (TAM *et al.*, 2010). O tecido muscular é considerado órgão secretório, que ao ser contraído, produz e libera miocinas, substâncias estas que podem atuar positivamente na proteção de doenças associadas ao baixo grau de inflamação, RI, aterosclerose e DM2, ao passo que estão envolvidas na oxidação de gorduras, e parece ter efeito sistêmico no fígado, tecido adiposo e sistema

imunológico, desta forma, o desuso muscular conduz uma resposta alterada dos efeitos das miosinas (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2012).

A avaliação da FM, que é considerada um dos componentes da aptidão física (PETROSKI *et al.*, 2011), pode ser elemento importante na avaliação de risco cardiovascular em crianças e adolescentes. Porém a maioria dos estudos que investigaram a relação entre FM e RI utilizaram testes de impulsão horizontal e vertical (GARCÍA-ARTERO *et al.*, 2007; JIMÉNEZ-PAVÓN *et al.*, 2012a; LEE *et al.*, 2012; ORTEGA *et al.*, 2007; RUIZ *et al.*, 2006), testes que não são considerados os melhores protocolos para mensuração da FM de obesos, visto que podem oferecer sobrecarga articular em demasia aos avaliados (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001). Além disso, estudos que verificaram a associação da FM com marcadores inflamatórios (ARTERO *et al.*, 2014; RUIZ *et al.*, 2008), utilizaram a PCR, considerada marcador inespecífico de inflamação. Portanto, há carência de estudos que avaliem a FM e marcadores inflamatórios que estão associados à obesidade, principalmente na população pediátrica.

Diante disto, o estudo pretende analisar se a força muscular de membros superiores e inferiores são influenciadas pela composição corporal e seus indicadores, bem como suas associações com marcadores pró e anti-inflamatórios e de resistência insulínica em adolescentes obesos e não obesos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar se a força muscular é influenciada pelos indicadores de composição corporal, bem como sua associação com marcadores pró e anti-inflamatórios e de resistência insulínica em adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Avaliar os níveis de força muscular e corrigir pela MT, MLG e MLG localizada em adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos.
- Comparar os níveis de força muscular com indicadores de composição corporal, resistência insulínica, marcadores pró e anti-inflamatórios em adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos.
- Correlacionar à força muscular e a composição corporal de adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos.
- Verificar a associação entre a força muscular e composição corporal com marcadores de resistência insulínica, pró e anti-inflamatórios em adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos.

1.2. HIPÓTESES

H₁: Adolescentes obesos e com sobrepeso apresentarão maiores índices de massa livre de gordura, resistência insulínica, marcadores pró-inflamatórios e baixos índices de marcadores antiinflamatórios que eutróficos.

H₂: Adolescentes obesos e com sobrepeso apresentaram menores índices de força muscular.

H₃: A força muscular dos adolescentes apresentará correlação positiva à massa livre de gordura e inversa a massa gorda.

H₄: A força muscular estará diretamente correlacionada com os marcadores anti-inflamatórios e inversamente com os pró-inflamatórios e resistência insulínica, tanto em adolescentes obesos como não obesos.

H₅: Adolescentes com maiores índices de força muscular possuem menor risco metabólico e inflamatório independente da massa gorda.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Ao longo das últimas décadas, observou-se importante aumento na prevalência de obesidade em diversas faixas etárias, até mesmo na população pediátrica (WHO, 2010). A obesidade provoca resultados adversos para a saúde de crianças e adolescentes, bem como disfunções metabólicas que contribui para o desenvolvimento de doenças crônicas, além de alterações musculoesqueléticas (TSIROS *et al.*, 2013). O acúmulo de gordura corporal em jovens e adultos é, em geral, resultado do sedentarismo, que acarreta em baixos níveis de aptidão física e de força muscular (BRAMBILLA; POZZOBON; PIETROBELLI, 2011; LOPES *et al.*, 2013). A manutenção da FM é reconhecida como prevenção de doenças crônicas (RUIZ *et al.*, 2008). Dessa forma, a melhor compreensão do papel da força muscular em indivíduos obesos, bem como sua relação com citocinas inflamatórias, pode ser fator preditor de doenças crônicas, ao avaliar o impacto clínico dos níveis FM na população infantojuvenil. Neste sentido, a revisão de literatura apresentará os temas obesidade, composição corporal, marcadores inflamatórios e de RI em adolescentes, relacionando-os com os níveis de FM.

2.1. OBESIDADE

A obesidade pode ser definida como armazenamento excessivo de gordura subcutânea, decorrentes tanto da captação de gorduras presentes na circulação, como pela produção de ácidos graxos (NASCIMENTO; RIBEIRO; OYAMA, 2009). Esse acúmulo pode ocorrer em todo o corpo, órgãos e em regiões específicas como consequência de balanço energético positivo (OLIVEIRA; FISBERG, 2003). Também pode ser considerado distúrbio metabólico caracterizada por estado inflamatório crônico, associado a elevados riscos para a saúde, que contribui para o desenvolvimento de doenças crônicas, como DM2, hipercolesterolemia, hipertensão arterial sistêmica, aterosclerose e diversos tipos de cânceres (PEREIRA-LANCHÁ; CAMPOS-FERRAZ; LANCHÁ, 2012; PREIS *et al.*, 2010). O tecido adiposo pode ser diferenciado de acordo com sua coloração e atividades metabólicas, denominados

como tecido adiposo branco e tecido adiposo marrom (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006). O tecido adiposo marrom se caracteriza pelo controle da temperatura corporal por meio da produção de energia decorrente da oxidação metabólica, sobretudo dos ácidos graxos provenientes da atividade mitocondrial, este tecido é encontrado predominante em recém nascidos (HUANG, 2009). O tecido adiposo branco, abundante em jovens e adultos, que era caracterizado somente pelo armazenamento de energia na forma de gordura, em geral na região do quadril nas mulheres e na região central nos homens, a partir da descoberta da Leptina em 1994, passou a ser considerado o mais prejudicial à saúde. Justifica-se devido sua função endócrina, responsável pela secreção de adipocinas pró e anti-inflamatórias, fatores estes, metabolicamente ativos e capaz de influenciar diversos processos metabólicos e fisiológicos, os quais estão relacionados a distúrbios como a síndrome metabólica (SMet) e as dislipidemias (PRADO *et al.*, 2009; WOZNIAK *et al.*, 2009).

Considerada doença crônica, complexa e com etiologia multifatorial (WHO, 2000) a obesidade envolve aspectos culturais, sociais, psicológicos, genéticos, fisiológicos e ambientais, além de condições nutricionais, endócrinas e farmacológicas (PEREIRA; FRANCISCHI; LANCHETA JR., 2003). Os aspectos ambientais considerados mais importantes para o desenvolvimento da obesidade são os maus hábitos alimentares, com elevado consumo de alimentos industrializados e a inatividade física, decorrentes da modernização e avanços tecnológicos (BIELEMANN *et al.*, 2015), associada à maior exposição ao tempo de tela, sobretudo na população jovem (LUCENA *et al.*, 2015; MACHADO-RODRIGUES *et al.*, 2014).

Sua origem na infância possui influência de fatores como desmame precoce, distúrbios do comportamento alimentar, lanches em excesso além do enorme apelo das propagandas consumistas, aumento do consumo de alimentos industrializados e baixo consumo de verduras (OLIVEIRA; FISBERG, 2003). Outro fator importante, é o comportamento sedentário, geralmente associados à prevalência excessiva de “tempo de tela”, que é a expressão denominada ao tempo destinado a utilização de computadores, videogame, televisores, entre outras novas tecnologias, perfazendo um total de mais de duas horas diárias na frente da tela (LUCENA *et al.*, 2015).

Nas últimas décadas, crianças e adolescentes tornaram-se menos ativas, incentivadas pelos avanços tecnológicos e fatores socioeconômicos (DIAS; LOCH; RONQUE, 2015; LANDRY; DRISCOLL, 2012). Desta forma, a obesidade tornou-se também problema nos estágios iniciais da vida (GUINHOUYA, 2012; OGDEN, 2012). O excesso de peso cresceu rapidamente entre crianças e adolescentes, associando-se a diversas comorbidades como dislipidemias, hipertensão arterial sistêmica, DM2 e SMet (LLOYD; LANGLEY-EVANS; MCMULLEN, 2012). A obesidade na infância é importante fator de risco conhecido por estarem associados ao desenvolvimento de outros fatores de risco para as doenças cardiovasculares na vida adulta (BRAMBILLA; POZZOBON; PIETROBELLI, 2011).

A prevalência da obesidade tem aumentado praticamente em todos os países desenvolvidos, bem como em desenvolvimento, com raras exceções (RIVERA *et al.*, 2014). Segundo a *Pan American Health Organization* (2014), é alarmante o aumento na incidência de obesidade no Brasil nos últimos 30 anos. O país possui cerca de 18 milhões de pessoas obesas, e 70 milhões de indivíduos acima do peso, o dobro de há três décadas. O aumento maior da prevalência predomina na região Nordeste, onde se observou incremento de 3% para 15% em crianças (500%), sendo que no geral a prevalência de obesidade infantojuvenil no Brasil aumentou 240% nas últimas duas décadas, que pode evoluir para previsão de 35% na população adulta. O excesso de peso está presente em 33,5% das crianças com idade entre 5 e 9 anos e 14,3% apresentaram obesidade. Entre adolescentes de 10 a 19 anos, 4,9% são obesos e 21,5% apresentaram excesso de peso (IBGE, 2010).

A obesidade pode ser classificada por meio de indicadores antropométricos, que também são utilizados para identificar o acúmulo de visceral, definida pelo acúmulo de tecido adiposo na região abdominal, fortemente associada a alterações metabólicas que indicam maior risco cardiovascular, como aumento da pressão arterial, RI e hipertrigliceridemia (COOK *et al.*, 2003; MARTINS; MARINHO, 2003). A deposição de gordura visceral começa na infância e sua detecção precoce é fator risco importante em crianças (COLE, 2000).

Em estudo realizado com 66 crianças e adolescentes, proveniente de consultas hospitalares, verificou-se que a distribuição de gordura andróide esta associado está associado ao aumento da RI (AUCOUTURIER *et al.*, 2009).

2.2. COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para controlar a gordura corporal, muitos pesquisadores utilizam o peso corporal como parâmetro exclusivo de mensuração, porém, o corpo humano é composto por diferentes estruturas que possuem massa e volume variado, sendo que considerar apenas o peso corporal pode causar problemas interpretativos. Pois o sobrepeso refere-se ao excesso de peso corporal, independente do componente responsável por esse excesso. Enquanto entende-se a obesidade pelo excesso de gordura corporal a partir de valores normativos que podem afetar a saúde do indivíduo (DEURENBERG *et al.*, 1999).

A mensuração dos componentes da composição corporal pode ser realizada por diferentes formas, de acordo, com o conhecimento do avaliador, técnicas para realizar as medidas e acessibilidade aos equipamentos de testes. Os métodos utilizados podem ser divididos em diretos, indiretos e duplamente indiretos. Devido à inviabilidade de realização de métodos diretos, os mais utilizados são de metodologia indireta. Entre os mais conceituados estão a Pletismografia, Tomografia computadorizada, Hidrodensitometria e Absortometria radiológica de dupla energia (DXA)(WADA; TEKIN, 2010). Além dos duplamente indiretos como a Bioimpedância elétrica, Dobras cutâneas e Circunferências corporais, bastante utilizados, são validados a partir de outro teste indireto (MONTEIRO; FILHO, 2002).

O índice de massa corporal (IMC) é uma medida diagnóstica de desnutrição, sobrepeso e obesidade. Calculado a partir da divisão do peso corporal (kg) pela estatura ao quadrado (m^2), é bastante utilizado por programas de controle da obesidade, por apresentar relação a índices de morbidades e mortalidades (WHO, 2000). A classificação da obesidade é realizada por meio de pontos de cortes sugeridos pela Organização Mundial da Saúde, a qual classifica indivíduos adultos, enquanto que para a população infantojuvenil, a classificação do IMC é realizada com base em curvas de referências por sexo e idade, cujos percentis de classificação são recomendados pela organização mundial da saúde para indivíduos de 2 a 18 anos são de 85º a 95º para sobrepeso, e acima de 95º para obesidade (ABESO, 2009). Para a população de adolescentes brasileiros, o modelo recomendado pelo é o do IMC score Z, no qual os pontos de corte entre 1 a 2

desvios padrões de medidas são classificados como sobrepeso e acima de 2 pontos como obesidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Embora apresente variações com relação à idade e maturidade sexual, o IMC é considerado bom indicador de obesidade na população pediátrica, com importante correlação às medidas de dobras cutâneas e DXA (FONSECA; SICHIERI; VEIGA, 1998).

O acúmulo de gordura na região abdominal relaciona-se com o surgimento de complicações metabólicas, além de demonstrar maior associação com morbidades e mortalidades que na região glútea. Porém, a obesidade visceral é mais suscetível a alterações metabólicas, devido à sensibilidade diminuída dos adipócitos ao efeito antilipolítico da insulina (GOBATO *et al.*, 2014; ITEM; KONRAD, 2012). Medidas de circunferências, algumas como, cintura e quadril, estão intimamente relacionadas com a obesidade e associadas a fatores de riscos cardiovasculares, independente do IMC, e utilizadas como parâmetros antropométricos a fim de verificar esse acúmulo, embora existam vários outros métodos de medidas que podem ser realizados (LEE; GALLAGHER, 2008).

A obesidade e a gordura corporal, assim como a gordura central estão inversamente associadas à FM em adolescentes. Ao avaliar a aptidão física de 363 adolescentes espanhóis, por meio de testes de campos e pressão manual, Moliner-Urdiales *et al.* (2011) encontraram baixos níveis de FM e aptidão cardiorrespiratória negativamente associadas com gordura corporal total e central.

Maior massa muscular está associada com melhor sensibilidade à insulina e menor risco de desenvolvimento de DM2 (SRIKANTHAN; KARLAMANGLA, 2011). Em estudo que avaliou o efeito do treinamento resistido, Croymans *et al.* (2013) observaram melhora nos índices de sensibilidade à insulina muscular e função hepática, além de melhorar a ação da insulina, devido aumento da massa magra em jovens obesas.

2.3. MARCADORES INFLAMATORIOS E DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA

O tecido adiposo além de ser conhecido por desempenhar papel chave na regulação do metabolismo e sua função no armazenamento de energia em forma de

gordura, passou a ser considerado importante órgão endócrino e parácrino, responsável pela secreção de fatores protéicos pró-inflamatórios e anti-inflamatórios chamadas de adipocinas (WOZNIAK *et al.*, 2009). Fonte de diversas substâncias, as pró-inflamatórias contribuem para complicações vasculares, RI e aterogênese, além de representar estímulo catabólico ao longo do tempo (GLEESON *et al.*, 2011).

A inflamação é uma resposta de defesa do organismo que ocorre após dano celular causado por agente extrínseco. Esta resposta geralmente é benéfica, pois age para limitar a sobrevivência e proliferação de patógenos invasores, aumentar a sobrevivência tecidual e promover reparos para auxiliar na manutenção da homeostase do organismo. A inflamação crônica é altamente prejudicial, respostas orgânicas decorrentes de desequilíbrio no sistema imunológico pode resultar em superativação de estímulos inflamatórios mediados por concentrações elevadas de citocinas pró-inflamatórias (ABBAS; JANEWAY, 2000).

Adipocinas podem ser descritas como proteínas que são secretadas pelo tecido adiposo e estão envolvidas na regulação do metabolismo. São altamente diversificadas em termos de estrutura protéica e função fisiológica. As concentrações circulantes de muitas proteínas de fase aguda associadas à inflamação apresentam-se elevado em obesos (BULLÓ *et al.*, 2003).

A leptina é um peptídeo derivado do tecido adiposo, responsável pela modulação do peso corporal e ingestão calórica via ativação hipotalâmica. Concentração elevada de leptina circulante é marcador de resistência à leptina, geralmente comum na obesidade e associado com resistência insulínica e doença cardiovascular (VÁZQUEZ-VELA; TORRES; TOVAR, 2008). A resistência à leptina é induzida pela obesidade e pode provocar a obesidade central. A leptina possui interações funcionais com elementos do metabolismo, tal como insulina, e inflamação, incluindo mediadores da imunidade como a IL-6, além de interagir com a PCR (MARTINS; MORGAN; TRUBY, 2008).

O TNF- α é uma citocina pró-inflamatória secretada em grande quantidade por obesos e pacientes com RI, que podem não apenas iniciar, mas também propagar a formação de lesão aterosclerótica nessa população. Reduz a disponibilidade do

óxido nítrico nas células endoteliais e prejudica a vasodilatação, que promove disfunção endotelial (VÁZQUEZ-VELA; TORRES; TOVAR, 2008).

A IL-6 é uma citocina que desempenha varias funções com efeitos imunes celulares e hormonais relacionados à inflamação, defesa de hospedeiro e injúria tecidual. Mediadora de resposta central a fase aguda é principal citocina pró-coagulante, pois determina a produção e a elevação das concentrações plasmáticas estimuladas pelo fígado (FRANCISCO; HERNÁNDEZ; SIMÓ, 2006). Está envolvida no desenvolvimento da hiperinsulinemia, por desempenhar papel importante no metabolismo dos carboidratos e lipídios por aumentar a lipólise, com a inibição da lipase lipoprotéica e aumento da liberação de glicerol e ácidos graxos livres, além da redução da expressão do substrato do receptor de insulina-1 e GLUT-4 nos tecidos musculares e hepáticos (REXRODE *et al.*, 2003).

A PCR é uma proteína de fase aguda sintetizada pelo fígado e regulada pelas concentrações circulantes de IL-6. Também a IL-1 e TNF- α podem induzir a produção de PCR. Concentrações elevadas de PCR no plasma são considerados preditores independente de doença arterial coronária. Concentrações plasmáticas circulantes de PCR são elevadas em obesos e relacionam-se diretamente à quantidade de gordura corporal, obesidade visceral, CA, RI, SMet e DM2, além de participar diretamente no processo que modula a função endotelial atuando como regulador da produção de óxido nítrico no endotélio e na produção e secreção de várias citocinas, aumentando a atividade pró-inflamatória de diversas adipocinas (RIDKER, 2003).

A Adiponectina, ao contrário de outras adipocinas, possui ação inibidora ao processo inflamatório, suas concentrações reduzidas parecem estar relacionadas ao aumento de citocinas pró-inflamatórias como IL-6 em pacientes obesos, que contribui para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. A circulação de adiponectina elevada aumenta a sensibilidade do organismo à ação da insulina e regula o metabolismo energético (KADOWAKI *et al.*, 2006; OUCHI *et al.*, 2003).

Segregadas em quantidades significativas pelo tecido adiposo, a IL-6, PCR e o TNF- α são consideradas as principais substâncias pró-inflamatórias. Elevadas concentrações séricas destas adipocitocinas, bem como, a redução de substâncias

anti-inflamatórias, como adiponectina, estão associados com a piora do controle glicêmico, aumento da RI e dislipidemia, que contribui para o estado metabólico disfuncional de indivíduos diabéticos e obesos (NASCIMENTO; RIBEIRO; OYAMA, 2009; PRADHAN; RIDKER, 2002).

Silva *et al.*, (2014) ao avaliarem a espessura da camada íntima média por ultrassom, em 35 adolescentes obesos e 19 não-obesos, mostraram que a parede endotelial também sofre influência do processo inflamatório. As concentrações de PCR estavam aumentadas e a adiponectina diminuída em adolescentes obesos.

A inflamação de baixo grau parece desempenhar papel no desenvolvimento da doença cardiovascular precocemente. Este processo está associado de forma inversa à aptidão cardiorrespiratória e direta à composição corporal de jovens e adultos (RUIZ *et al.*, 2008). Assim como parecem estar ligadas a adiposidade com RI em jovens (ASAYAMA *et al.*, 2003). O aumento da adiposidade resulta em quantidade reduzida de adiponectina e aumento de resistina e TNF- α , que ligam estas citocinas com RI em adolescentes (RUBIN *et al.*, 2008).

A RI é condição metabólica que pode ser definida como resposta reduzida às ações da insulina plasmática nos tecidos alvos, caracterizada pela presença de concentrações normais de glicose e elevados de insulina, além suprimir a gliconeogênese hepática e inibir a produção de lipoproteína de muito baixa densidade (MADEIRA *et al.*, 2008).

O excesso de peso foi primeiramente associado à baixa sensibilidade à atuação da insulina (REAVEN, 1988), e após a obesidade foi reconhecida como fator de risco para o desenvolvimento de resistência insulínica, devido aumento da concentração de ácidos graxos livres em obesos. Concentrações elevadas de ácidos graxos podem interferir na utilização da glicose, pela diminuição da atividade enzimática e aumento nos depósitos de TAG intramuscular (JONGH *et al.*, 2004)

Diferentes métodos para avaliação da RI podem ser realizados. O método considerado padrão ouro para essa análise é o Clamp Euglicêmico Hiperinsulinêmico, metodologia de avaliação direta, porém por suas complexas técnicas de análises não é muito utilizado (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006). Os métodos indiretos como *homeostasis model assessment* (HOMA-IR)(RADZIUK,

2014) e o *Quantitative Insulin Sensitivity Check Index* (QUICKI)(KATZ *et al.*, 2000), são simples e podem ser facilmente aplicados. O HOMA pode ser obtido de maneira simplificada por um modelo matemático, a partir das amostras de glicose e insulina de jejum. A partir dele, são extraídos dois índices: o HOMA-IR que avalia a resistência à insulina e o HOMA β que expressa a capacidade secretora da célula- β (KATZ *et al.*, 2000).

Com o intuito de investigar a relação entre o índice HOMA-IR e a função endotelial, Miniello *et al.* (2014) verificaram que o aumento do índice HOMA-IR induziu a piora da função endotelial desde a infância. Na população pediátrica, a RI é considerada marcador de risco cardiovascular. Em estudo que analisou crianças e adolescentes brasileiros do Sistema único da saúde, observou-se que quanto maior o nível de resistência insulínica, maior o número de fatores cardiometabólicos presentes, o que revela predisposição para seu desenvolvimento futuro (MEDEIROS *et al.*, 2011).

Lee *et al.* (2007) analisaram a relação entre a sensibilidade à insulina e os componentes da SMet e biomarcadores de disfunção endotelial em crianças e adolescentes. A prevalência dos componentes individuais da SMet aumenta com a diminuição da sensibilidade à insulina em jovens de ambas as raças.

Lopes *et al.* (2016) investigaram os efeitos do treinamento combinado em moças adolescentes com excesso de peso, durante 12 semanas, em que constataram declínio da MG e aumento da MLG e FM, que por consequência apresentaram diminuição das concentrações séricas de PCR, Leptina e RI.

Hernán Jiménez e Ramírez-Vélez (2011) avaliaram o efeito do treinamento com peso em adultos obesos em um período de 8 semanas, em que observaram que apesar de não haver diferença significativa de mudança corporal, indivíduos obesos e com sobrepeso melhoraram a sensibilidade à insulina e perfil lipídico. Em estudo similar, porém, com adolescentes, pesquisadores observaram aumento na massa magra, e conseguinte aumento na sensibilidade à na região hepática (HEIJDEN *et al.*, 2011).

2.4. FORÇA MUSCULAR

A FM pode ser definida como a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar um padrão específico de movimento, reagindo à resistência externa por meio de esforço muscular. É uma capacidade física importante para o condicionamento físico não só para atletas como também para indivíduos não atletas (FLECK; KRAEMER, 2006). Também pode ser dividida de acordo com suas manifestações, como força de resistência, força explosiva, força máxima, entre outras. Dentre estas, a força máxima bastante utilizada para avaliar a aptidão física, é compreendida como a maior força que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração máxima voluntária, ocorrendo ou não movimento articular (WEINECK, 1999).

Em estudo que examinou a associação independente e combinada de FM do abdômen e das costas com glicemia de jejum, insulina, resistência insulínica e função das células- β na idade adulta após período de 12 anos. Mostraram que menor FM isométrica na juventude foi independentemente associada com concentrações adversas de insulina de jejum, sensibilidade à insulina e função das células- β na vida adulta (GRØNTVED *et al.*, 2013).

Jiménez-Pavón *et al.* (2012a) avaliaram a FM de adolescentes europeus pelos testes de preensão manual e salto em distância, e analisaram sua associação com a resistência e sensibilidade à insulina obtida pelos índices HOMA-IR e QUICKI respectivamente. Ambos os testes de força foram negativamente associados com insulina de jejum e HOMA-IR em meninos, enquanto em meninas apenas o teste de salto em distância foi negativamente associado aos mesmos índices.

Além de exercer papel relevante na manutenção do desempenho físico, a FM é importante componente da aptidão física relacionado à saúde. Porém, o aumento da MG pode levar a menor desempenho da FM e por consequência, menor condicionamento físico (DIAS *et al.*, 2005; FARIAS *et al.*, 2015; PETROSKI *et al.*, 2011). O conhecimento dos níveis de FM de um sujeito é necessário tanto para a avaliação das capacidades funcionais como para a apropriada prescrição de exercícios (BROWN; WEIR, 2001).

A avaliação da FM pode ser realizada por diferentes métodos, a partir da escolha do tipo de contração muscular a ser observada; isométrica, isocinética ou isotônica (SOLE *et al.*, 2007). Dentre estas avaliações, a dinamometria isocinética é considerada o melhor protocolo de mensuração da FM, entretanto seu alto custo torna-se uma barreira em sua utilização (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001).

Nesse aspecto, a avaliação da FM pelo teste de uma repetição máxima (1RM) tem sido bastante utilizada em diferentes populações, devido à possibilidade de analisar o comportamento da força em diferentes grupamentos musculares, assim como à facilidade para interpretação dos resultados obtidos, o baixo custo comparado a outros métodos, além da possibilidade de aplicação em populações com diferentes níveis de condicionamento. O teste de 1RM consiste em deslocar a máxima carga em apenas uma repetição, por meio dele podem-se obter informações sobre o comportamento da FM em diferentes grupos musculares (COMMITTEE ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS, 2001).

No entanto, ainda existe bastante resistência de alguns pesquisadores quanto à utilização do teste de 1RM para avaliar os níveis de FM de algumas populações, principalmente quando relacionado a crianças e adolescentes (FARIAS *et al.*, 2015; GURJÃO *et al.*, 2005). Resistência quanto à utilização desse teste em indivíduos jovens, deve-se a possibilidade de lesão em fase maturacional, o que poderia desencadear problemas ortopédicos futuros decorrente dessas lesões. Porém, o risco deste tipo de lesão, geralmente se deve à técnica de levantamentos utilizada de maneira inapropriada e a falta de supervisão adequada (FAIGENBAUM; MILLIKEN; WESTCOTT, 2003). Toda via, em meio esta discussão, verifica-se a carência de estudos que avaliem a FM e os diversos fatores associados que podem interferir nos resultados dos testes dessa população.

Durante a puberdade existem diferenças em relação à solicitação das capacidades motoras, que influenciam diversos fatores que dificultam assim, a análise dos resultados nas avaliações de desempenho físico (GUEDES, 2007). Em meninos o teste de 1RM pode sofrer influência multifatorial dos aspectos morfológicos, maturacionais e idade cronológica na análise dos resultados (ARRUDA; PIANCA; OLIVEIRA, 2011).

Abdelmoula *et al.* (2012) avaliaram a contração voluntária máxima de extensores de joelhos, por meio de dinamômetro isométrico para comparar a força absoluta e relativa entre meninos não obesos e severamente obesos, e verificaram que os adolescentes severamente obesos possuem maior força muscular de extensão dos joelhos absoluto e relativa do que adolescentes não obesos.

Lopes *et al.* (2013) compararam a FM de membros inferiores e superiores pelo método de 1RM entre 36 adolescentes obesas e não-obesas e associou com variáveis antropométricas e de composição corporal obtida por método de bioimpedância. Encontraram maior força absoluta em meninas obesas, porém constataram que a obesidade afeta a FM de ambos os membros ao corrigirem os valores obtidos pela MC, sendo os inferiores os mais prejudicados.

Em estudo longitudinal que examinou as associações independentes de aptidão muscular e aptidão cardiorrespiratória com risco metabólico em crianças e adolescentes Noruegueses, Steene-Johannessen *et al.* (2009) verificaram que aptidão muscular assim como a cardiorrespiratória estão associadas de forma independente com o risco metabólico em jovens.

Ao analisarem a relação da FM, aptidão cardiorrespiratória e resistência insulínica, pesquisadores identificaram que a FM é preditor independente de melhor sensibilidade à insulina em crianças e adolescentes, pois baixos níveis de FM e maior adiposidade central foram altamente preditivos de concentrações mais elevadas de resistência insulínica (BENSON; TORODE; SINGH, 2006).

Tsiros *et al.* (2013) investigaram a FM de extensores do joelho de crianças e adolescentes para explorar sua relação com a obesidade. As crianças obesas apresentaram maior FM absoluta comparadas às não obesas, e ao ajustar os dados relativos à MC e alométrica, a FM de extensores do joelho foi inferior e inversamente relacionado ao porcentual de gordura em obesos.

Lee *et al.* (2012) verificaram a relação entre a sensibilidade à insulina, massa muscular esquelética e qualidade muscular em meninos adolescentes obesos. Por meio das avaliações de Clamp Euglicêmico, Ressonância Magnética e FM em membros superiores e inferiores, determinado pelo teste de 1RM, sugerem que a qualidade muscular talvez possa ser mais importante da determinação da sensibilidade à insulina em adolescentes obesos do que só a quantidade de massa

muscular, além de, a força ser preditor independente da sensibilidade à insulina em adolescentes obesos.

A FM de adolescentes europeus foi negativamente associada com baixo grau de inflamação. Esta associação foi mais relevante em adolescentes com excesso de peso, sugerindo que ter altos níveis de FM pode contrariar as consequências negativas atribuídas à gordura corporal (RUIZ *et al.*, 2008).

Até o momento não foram encontrados estudos que tenham investigado a influência de indicadores de composição corporal na FM e suas relações com marcadores pró e anti-inflamatórios e de RI em adolescentes. Destaca-se a praticidade da medida da FM como forma de avaliação de condições de aptidão física e saúde de crianças e adolescentes. Portanto, devido ao aumento da prevalência da obesidade nessa população e redução nos níveis de atividade física, faz-se necessário compreender se os indicadores de composição corporal influenciam a FM, além de suas relações com marcadores pró e anti-inflamatórios e de RI em adolescentes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Pesquisa com delineamento transversal, com amostra composta por escolares pertencente a estudo experimental desenvolvido pelo Núcleo de Qualidade de Vida (NQV) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), durante os anos de 2013 e 2014, cujos dados utilizados nesta dissertação são oriundos das avaliações iniciais dos adolescentes.

3.2. PARTICIPANTES

Foram convidados a participar da pesquisa estudantes de um colégio público da cidade de Curitiba – Paraná, a partir de uma triagem realizada inicialmente com 706 estudantes, entre os meses de fevereiro a abril de 2013, para avaliar a massa corporal (MC) e estatura, para cálculo do IMC. Posteriormente 103 sujeitos aceitaram participar de estudo experimental, dos quais 11 foram excluídos de acordo com os critérios de exclusão. Desta forma, os dados deste estudo fazem parte da avaliação inicial de outro estudo, no qual, a amostra foi composta por 92 adolescentes (M=40; F=52), pós-puberes, de ambos os sexos e com idade entre 14 e 17 anos, que foram divididos em três grupos: obeso, sobrepeso e eutrófico.

Os adolescentes que aceitaram participar da pesquisa foram divididos de acordo com perfil de IMC-z, masculinos; obesos (n=16), com sobrepeso (n=16) e eutróficos (n=12) e femininos; obesas (n=19), com sobrepeso (n=19) e eutróficas (n=14), conforme fluxograma apresentado na Figura 01.

Após serem informados quanto aos objetivos e procedimentos da pesquisa, os indivíduos que se propuseram participar das avaliações junto aos seus devidos responsáveis, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido ao Adolescente (APÊNDICE B) conforme as normas e a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

em Seres Humanos da Universidade Federal do Paraná (Registro CEP: 2460.067/2011-03) (ANEXO A), sendo liberados para avaliação inicial.

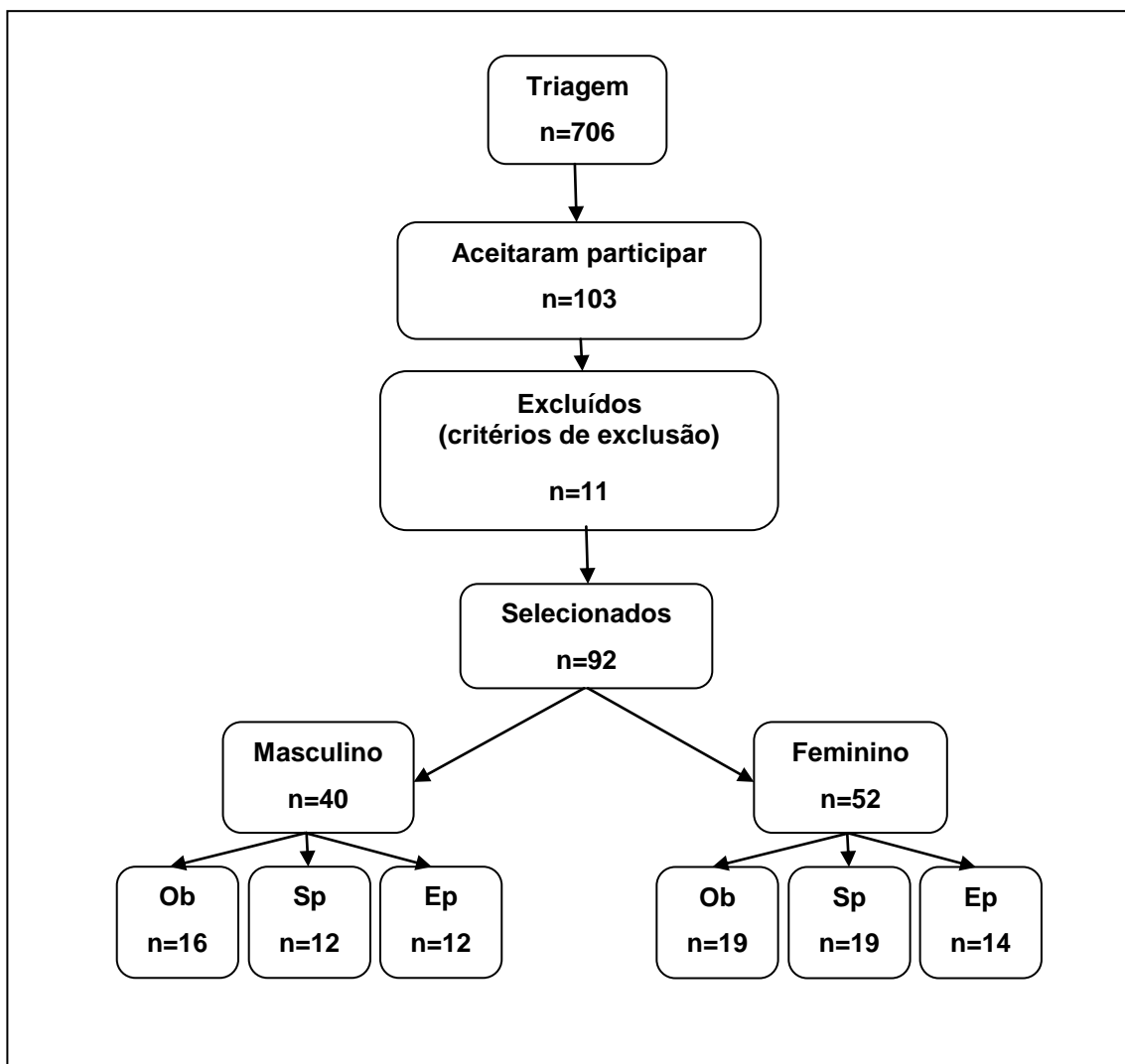


FIGURA 01 - FLUXOGRAMA DE SELEÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA PAS e PAD AVALIAÇÃO PRESSÓRICA

Após avaliação inicial realizada por uma médica endocrinologista, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: a) disponibilidade de comparecimento em todas as avaliações; b) Estágio maturacional entre P4 e P5; c) não praticarem nenhuma outra atividade física além das práticas regulares de Educação Física escolar. Foram excluídos da pesquisa os sujeitos que apresentaram alguns dos critérios: a) sujeitos que não foram aprovados na avaliação médica; b) possuir qualquer problema músculoesquelético ou deficiência física que por ventura

impossibilitasse ou interferisse na execução dos testes de FM; c) utilização de medicamento que influenciam no perfil metabólico; d) indivíduos que não compareceram em todas as avaliações.

3.3. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.3.1. Local

As análises dos resultados e desenvolvimento da pesquisa está sendo realizado nas dependências do Núcleo de Qualidade de Vida (NQV) - UFPR. A mensuração da composição corporal foi realizada em uma das unidades do Serviço de Endocrinologia e Metabologia (SEMPR). O teste de FM, bem como a coleta sanguínea foi realizado em espaço cedido pela própria instituição escolar. As dosagens de lipidograma, glicemia e insulina foram mensuradas em laboratório particular especializado da cidade de Curitiba, enquanto as dosagens de perfil inflamatório foram realizadas em parceria com Centro de Fisiologia do Exercício (FISEX) do departamento de Educação Física – UNICAMP,

3.3.2. Avaliações antropométricas

Para mensuração das medidas antropométricas foram utilizadas as técnicas conforme o *Anthropometric Standardization Reference Manual* (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1988). A MC foi aferida em quilogramas com o uso de balança (Filizola®) do tipo plataforma, com resolução de 100 gramas. A estatura foi mensurada em centímetros (cm) com a utilização de estadiômetro fixado à parede, com resolução média de 0,1 centímetros. Calculou-se o IMC pela fórmula: peso (kg)/estatura²(m). O IMC- score Z foi determinado pela utilização do programa *WHO antropius*, disponível no site da Organização Mundial da Saúde. Foram classificados como eutróficos sujeitos com valores de IMC entre Escore $\geq z -2$ e $< \text{Escore } z +1$, da curva de IMC para idade, classificados como sobrepesos aquelas com IMC entre os Escores $\geq z +1$ e $< \text{Escore } z +2$ e obesos aqueles com Escore $\geq z +2$ da curva de IMC para idade, apresentados na Figura 2.

Diagnóstico	IMC-escore Z
Baixo IMC para a idade	< -2
IMC adequado	≥ -2 e < +1
Sobrepeso	$\geq +1$ e < +2
Obesidade	$\geq +2$

FIGURA 02 - PONTOS DE CORTE DE ÍNDICE DE MASSA CORPORAL POR IDADE PARA ADOLESCENTES

Para aferição da CA utilizou-se fita antropométrica inextensível com resolução de 0,1 cm. Com o avaliado em pé, braços ao longo do corpo, pés unidos e abdômen relaxado foi mensurado o ponto médio entre a crista ilíaca e a face externa da última costela (FERNÁNDEZ *et al.*, 2004).

A avaliação puberal foi realizada por médico endocrinologista experiente, por meio de inspeção visual, com base no estadiamento proposto por Tanner (1986), classificando-os pelo desenvolvimento mamário (M1-M5) e pilificação pubiana (P1-P5). Além da averiguação se estavam aptos à realização dos testes.

Para a avaliação da composição corporal e distribuição da gordura foi utilizada a técnica de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) com equipamento da marca Lunar®, modelo *Prodigy Primo*. O método estima a composição corporal total e por regiões anatômicas (WILSON *et al.*, 2012).

O exame foi realizado com o indivíduo deitado decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, onde o detector foi passado através do corpo com velocidade relativa de 1 cm/s. Os sujeitos foram orientados a estar usando roupas sem objetos metálicos, assim como retirar qualquer tipo de adereço ou acessório metálico do corpo que poderiam interferir nos resultados do exame. Foi determinada automaticamente pelo software do equipamento a MG, MLG, além das: Massa Localizada do braço (ML Braço) e Massa Localizada da Perna (ML Perna), considerado toda a massa dos membros separadamente; MLG Localizada do Braço (MLG Braço) e MLG Localizada da Perna (MLG Perna), considerado toda a massa dos membros separadamente exceto a gordura; MG Localizada do Braço (MG Braço) e MG Localizada da Perna (MG Perna), considerado toda a MG dos

membros separadamente. Essas variáveis foram determinadas com aproximação de 1g e serão descritas em Kilogramas (Kg).

3.3.3. Avaliação da Força Muscular

O teste de 1RM foi utilizado para determinar a força máxima conforme protocolo estabelecido por Brown and Weir (2001). Os sujeitos compareceram por três vezes ao laboratório, sempre em mesmo horário, para evitar influência circadiana. Um único avaliador experiente conduziu os testes, para evitar influência interavaliador. Pelo fato dos participantes não possuírem experiência na realização de exercícios com peso, foi adotado procedimento de familiarização aos exercícios exigidos nos testes.

As visitas foram agendadas em dias não consecutivos, com intervalos de no mínimo 72 duas horas, para evitar efeito residual das sessões anteriores. Os exercícios propostos foram supino, *leg press* e rosca direta (FIGURA 3), realizados na mesma ordem em todas as visitas. Antes de iniciar cada sessão os sujeitos realizaram aquecimento de 5 minutos de caminhada em esteira ergométrica, com velocidade entre 4 a 5 Km/h.



FIGURA 3 – EXERCÍCIOS PROPOSTOS PARA OS TESTES DE 1RM

A primeira visita ao laboratório compreendeu em realizar o processo de familiarização aos equipamentos de testes. Após aquecimento, todos os sujeitos individualmente foram orientados quanto a correta execução dos movimentos propostos em todos os equipamentos de teste. Em seguida, foram orientados a

realizar 3 série de 6 a 10 repetições, com aproximadamente 50% da percebida para uma primeira tentativa de 1RM nos três exercícios.

Na segunda visita, logo após aquecimento global em esteira ergométrica, iniciou-se aquecimento localizando com uma série de 8 repetições a aproximadamente 50% da carga percebida na primeira visita. Após 1 minuto de intervalo foi realizada a segunda série 3 repetições com 70% da carga percebida, e após mais 2 minutos de intervalo deu-se inícios ao primeiro teste de 1RM com 100% da carga percebida, após a execução foi realizado intervalo de 3 à 5 minutos para correção da carga. Quando a execução ocorreu com sucesso, foram acrescidos de 5% a 10 % da carga até se alcançar a carga máxima para uma repetição corretamente. Quando o movimento não foi realizado com sucesso, foi realizado um decréscimo de 50% da carga acrescida na ultima tentativa.

Na terceira visita o teste de 1RM foi realizado nos mesmos padrões da segunda visita e teve por finalidade confirmar os resultados alcançados anteriormente ou realizar novos incrementos de carga se necessário, até se atingir a carga máxima.

O valor de 1RM considerado foi à maior carga obtida na última visita em cada um dos três exercícios. As medidas de força máxima de membros superiores e inferiores serão descritas de maneira absoluta e Carga Levantada (CL) a qual será considerada a carga total utilizada no equipamento de teste de 1RM mais a massa total do membro deslocado na execução dos exercícios (CL supino, CL *Leg press* e CL Rosca direta), conforme valores obtidos pelo DXA. A força máxima também será analisada em formato relativa, dividindo-se a CL pela MC, MLG e MLG localizada.

3.3.4. Exames Laboratoriais

As amostras de sangue foram coletadas, após 12 horas de jejum, durante o período da manhã em um lugar reservado dentro da própria instituição escolar, em que foi realizada a punção venosa com o braço apoiado em superfície plana. As dosagens de HDL, glicosemia, insulinemia, TAG e colesterol total (CT) foram mensurados, em laboratório especializado da cidade de Curitiba, pelo método

enzimático calorimétrico. Para calcular a LDL foi utilizada a fórmula de *Friedewald* ($\text{LDL colesterol mg/dL} = \text{Colesterol total} - \text{HDL-colesterol} - (\text{Triglicerídeos}/5)$). Para a avaliação da resistência insulínica foi utilizado o índice HOMA-IR e para a sensibilidade insulínica o índice QUICKI. Utilizaram-se como valores de referencia as médias obtidas pelos grupos eutróficos, e como valores de cortes, dois desvios padrões para baixo ou para cima (LEITE, 2005).

Pelo método de ensaio imunoenzimático em fase sólida (ELISA) foram determinadas as concentrações séricas das citocinas: IL-6, TNF- α , PCR e das adipocinas Leptina, Adiponectina e Resistina. O coeficiente de variação intra e entre as amostras e a sensibilidade foram: 7.4%, 6.5% 165 e 0.039 pg/mL para a IL-6; 3.1%, 7.2% e 0.106 pg/mL para o TNF- α ; 3.8%, 6.0% e 0.010 ng/mL 166 para a PCR; 3.0%, 3.5% e 7.8 pg/mL para a leptina; 2.8%, 5.9% e 0.246 ng/ml para a 167 adiponectina; 3.8%, 7.8% e 0.026 ng/mL para a resistina, respectivamente.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados e apresentados em forma de média e desvio padrão. Para análise estatística foi utilizado o programa SPSS 22. Para a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis clínicas, antropométricas, pressóricas e de FM consideradas normais foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA) para comparar os três grupos, seguido de *Post Hoc* de *Bonferroni* para comparações múltiplas entre os grupos. Para variáveis não paramétricas utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Para avaliação das frequências utilizou-se o teste qui-quadrado ou exato de Fisher. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir o grau de correlação entre as variáveis normais, enquanto que para as não normais realizou-se a correlação de Spearman, para verificar a magnitude das correlações utilizou-se classificação proposta por Dancey e Reidy (2006), a qual considera $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,60$ (moderado); $0,70$ até 1 (forte). O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA

Participaram do estudo 92 adolescentes, de ambos os sexos (40 meninos e 52 meninas), com idade entre 13 e 17 anos. Os sujeitos foram divididos em três grupos conforme IMC z-escore: obeso (16 meninos e 19 meninas), sobrepeso (12 meninos e 19 meninas) e eutróficos (12 meninos e 14 meninas), sendo que todos se encontravam em estágio de maturidade 4 e 5 proposto por Tanner (pós púbere).

Os valores médios e desvios-padrão (DP) das variáveis antropométricas entre adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos masculinos estão expressos na Tabela 1. Os valores médios de idade e estatura foram semelhantes entre os grupos. Enquanto que as variáveis MC, IMC, IMC Z-escore e CA diferiram entre os três grupos, sendo que maiores valores foram encontrados no grupo obeso e sobrepeso, em relação aos eutróficos ($p < 0,001$), conforme características da divisão dos grupos.

TABELA 1 – VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO, DIVIDIDOS CONFORME PERFIL DE IMC (MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO)

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
Idade (anos)	14,18±0,91	14,50±1,31	14,25±0,96	0,31	0,73
Estatura (m)	1,72±0,08	1,71±0,05	1,72±0,63	0,24	0,78
MC (kg)	91,11±15,43 ^{a**}	74,18±9,76 ^{b*}	59,36±5,94 ^{c***}	25,8	0,001
IMC (kg/m ²)	30,46±3,86 ^{a***}	25,24±2,01 ^{b***}	19,98±1,60 ^{c***}	47,1	0,001
IMC-z	2,62±0,55 ^{a***}	1,64±0,29 ^{b***}	0,04±0,62 ^{c***}	85,3	0,001
CA (cm)	93,12±8,94 ^{a***}	84,41±6,32 ^{b***}	71,46±4,83 ^{c***}	31,3	0,001

MC= massa corporal; IMC = Índice de massa corporal; IMCz = índice de massa corporal escore z; CA = circunferência abdominal; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

As médias de idade e estatura foram semelhantes nos três grupos do sexo feminino. Segundo critérios para a divisão dos três grupos, as variáveis massa corporal, IMC, IMC Z-escore e CA foram maiores no grupo obeso, seguido do sobrepeso, em relação aos eutróficos ($p < 0,001$). Os dados antropométricos dos grupos femininos constam na Tabela 2.

TABELA 2 – VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO, DIVIDIDOS CONFORME PERFIL DE IMC (MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO)

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
Idade(anos)	14,42±1,21	14,63±1,06	15,07±0,91	1,46	0,24
Estatura(m)	1,63±0,06	1,61±0,05	1,61±0,04	0,81	0,45
MC(kg)	83,97±11,60 ^{a***}	68,17±6,51 ^{b***}	54,90±3,55 ^{c***}	1,61	0,001
IMC (kg/m ²)	31,33±2,49 ^{a***}	26,25±1,52 ^{b***}	21,01±1,36 ^{c***}	119,2	0,001
IMC z	2,52±0,31 ^{a***}	1,63±0,23 ^{b***}	0,21±0,46 ^{c***}	192,8	0,001
CA (cm)	89,14±6,13 ^{a***}	79,19±5,75 ^{b***}	68,51±5,22 ^{c***}	51,8	0,001

MC= massa corporal; IMC = Índice de massa corporal; IMC z = índice de massa corporal escore z; CA = circunferência abdominal; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

O grupo obeso apresentou maiores valores médios de pressão arterial sistólica e insulinemia em comparação ao grupo eutrófico ($p < 0,05$) e do índice HOMA-IR em comparação com os grupos sobrepeso e eutrófico ($p < 0,001$), enquanto o índice QUICKI apresentou os menores valores em rapazes obesos, seguido dos com sobrepeso e eutróficos ($p < 0,001$).

As variáveis de PAD, Glicemia, CT, HDL-C, LDL-C e TAG foram semelhantes entre os três grupos. As médias e DP das variáveis pressóricas e parâmetros laboratoriais dos indivíduos do sexo masculino estão expressos na Tabela 3.

TABELA 3 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS PRESSÓRICAS E PARÂMETROS LABORATORIAIS DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
PAS (mmHg)	113,25±10,01	110,66±9,77	104,0±9,64 ^{c*}	3,11	0,05
PAD (mmHg)	67,50±8,77	63,83±5,55	64,66±6,78	0,97	0,38
Glicemia (mg/dL)	85,34±10,42	83,54±12,10	82,95±10,12	0,44	0,64
Insulinemia (μU/L)	17,38±9,14	11,58±4,91	8,05±4,30 ^{c**}	6,69	0,003
HOMA-IR	3,60±1,72 ^{a*}	2,33±0,90	1,65±0,86 ^{c***}	8,28	0,001
QUICKI	0,3205±0,01	0,3402±0,01 ^{b*}	0,3637±0,02 ^{c***}	13,1	0,001
CT (mg/dL)	149,83±24,74	144,80±30,41	145,26±25,24	0,15	0,85
HDL-C (mg/dL)	49,52±8,06	50,35±9,81	55,51±10,61	1,53	0,22
LDL-C (mg/dL)	80,35±17,98	78,04±20,81	70,72±17,78	0,93	0,40
TAG (mg/dL)	99,83±37,97	82,31±28,32	89,91±44,09	2,13	0,34

PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; CT = colesterol total; HDL-C = lipoproteínas de alta densidade; LDL-C = lipoproteínas de baixa densidade; TAG = triacilglicerol; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

As frequências de alterações no perfil lipídico foram semelhantes entre os três grupos de rapazes para as variáveis CT elevado, TAG elevado, LDL-C elevado e HDL-C baixo ($\chi^2_{3 \times 2} = 1,806$, $p = 0,178$). Proporções de perfil lipídico alterado em adolescentes do sexo masculino estão apresentadas na figura 3.

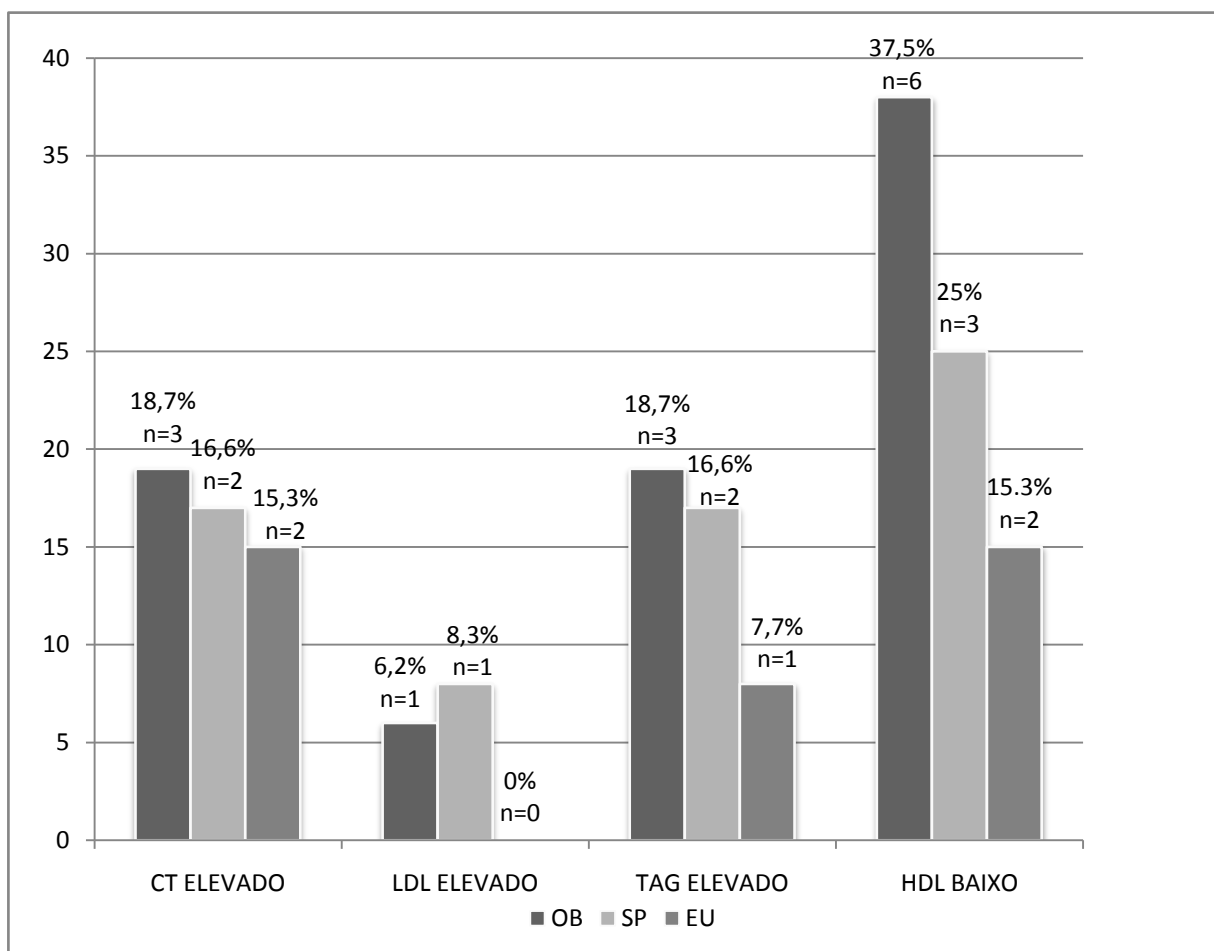


FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL LIPÍDICO DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO (N=40)

A figura 4 demonstra as frequências de distribuições das alterações do perfil metabólico dos rapazes. Para avaliação da insulinemia, HOMA-IR e QUICKI, foram utilizados os valores de cortes proposto para crianças e adolescentes (LEITE, 2005). Existiram diferenças entre a proporção de insulina elevada entre os três grupos ($\chi^2_{3 \times 2} = 6,290$, $p = 0,012$), sendo que o grupo obeso apresentou maior frequência do

que o grupo eutrófico ($\chi^2_{2 \times 2}=5,998$, $p=0,0141$). Não houve diferença significativa na comparação entre os demais grupos, quando comparados obesos e com sobrepeso ($\chi^2_{2 \times 2}=1,797$, $p=0,1801$) e eutróficos com sobrepeso (Exato de Fisher, $p=0,3217$).

Na variável HOMA-IR elevado houve diferença na proporção entre os grupos ($\chi^2_{3 \times 2}= 6,793$, $p =0,009$), sendo que o grupo obeso apresentou maior frequência apenas em relação ao grupo eutrófico ($\chi^2_{2 \times 2}=5,998$, $p=0,0143$). Foram semelhantes na comparação entre as demais combinações, ou seja, entre obesos e com sobrepeso ($\chi^2_{2 \times 2}=3,319$, $p=0,06$) e eutróficos e com sobrepeso (Exato de Fisher, $p=0,5930$). O QUICKI baixo ocorreu em 18,7% ($n=3$) no grupo obeso, os demais grupos sobrepeso e eutrófico apresentaram valores adequados, sem diferença significativa entre os grupos (Exato de Fisher, $p=1,000$).

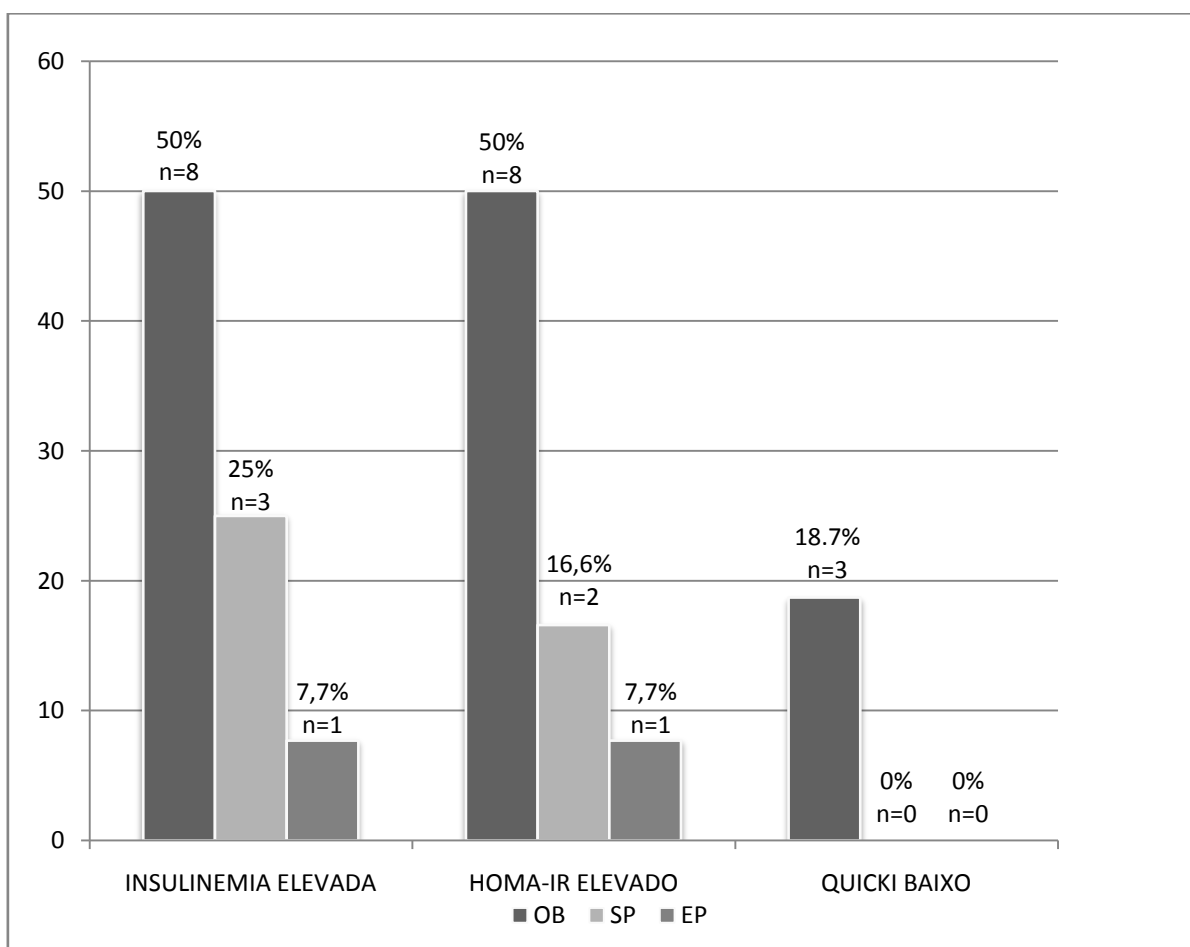


FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL METABÓLICO DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO (N=40)

Entre os grupos femininos, as médias e DP das variáveis pressóricas e parâmetros laboratoriais estão apresentados na Tabela 4. As obesas apresentaram maior valor de PAS em comparação às eutróficas ($p<0,05$), enquanto menor valor de PAD foi encontrado no grupo de adolescentes eutróficas em relação aos demais grupos ($p<0,05$). O grupo de adolescentes obesas apresentou maiores concentrações de Insulinemia ($p<0,001$) e TAG ($p=0,05$), maior valor no índice HOMA-IR ($p<0,001$) e menor valor no QUICKI ($p<0,001$) em comparação aos grupos com sobrepeso e eutróficas.

TABELA 4 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS PRESSÓRICAS E PARÂMETROS LABORATORIAIS DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
PAS (mmHg)	105,26±6,87	102,42±14,05	95,14±8,65 ^{c*}	3,87	0,02
PAD (mmHg)	64,42±5,10	64,73±7,75 ^{b*}	58,14±5,40 ^{c*}	5,39	0,008
Glicemia (mg/dL)	89,65±8,23	86,90±7,14	84,91±10,55	1,28	0,28
Insulinemia (μU/L)	21,39±11,92 ^{a**}	12,66±4,38	10,24±2,97 ^{c**}	9,69	0,001
HOMA-IR	4,79±2,80 ^{a**}	2,73±1,00	2,18±0,86 ^{c**}	9,48	0,001
QUICKI	0,31±0,02 ^{a*}	0,33±0,01	0,34±0,02 ^{c***}	11,0	0,001
CT (mg/dL)	177,46±33,48	159,03±33,38	156,44±26,16	2,32	0,10
HDL-C (mg/dL)	60,61±12,56	57,77±13,51	55,48±6,04	0,80	0,45
LDL-C (mg/dL)	88,39±21,63	82,58±22,14	82,77±25,09	0,38	0,68
TAG (mg/dL)	142,27±100,9	93,31±35,59	90,93±38,02	3,17	0,20

PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; CT = colesterol total; HDL-C = lipoproteínas de alta densidade; LDL-C = lipoproteínas de baixa densidade; TAG = triacilglicerol; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

As distribuições da frequência de alterações do perfil lipídico realizada por análise dos dados categóricos em adolescentes do sexo feminino estão apresentadas na Figura 5. As proporções apresentaram-se de maneira semelhante entre os três grupos para as variáveis CT elevado ($\chi^2_{3 \times 2} = 2,309$, $p = 0,12$) e TAG elevado ($\chi^2_{3 \times 2} = 2,562$, $p = 0,109$).

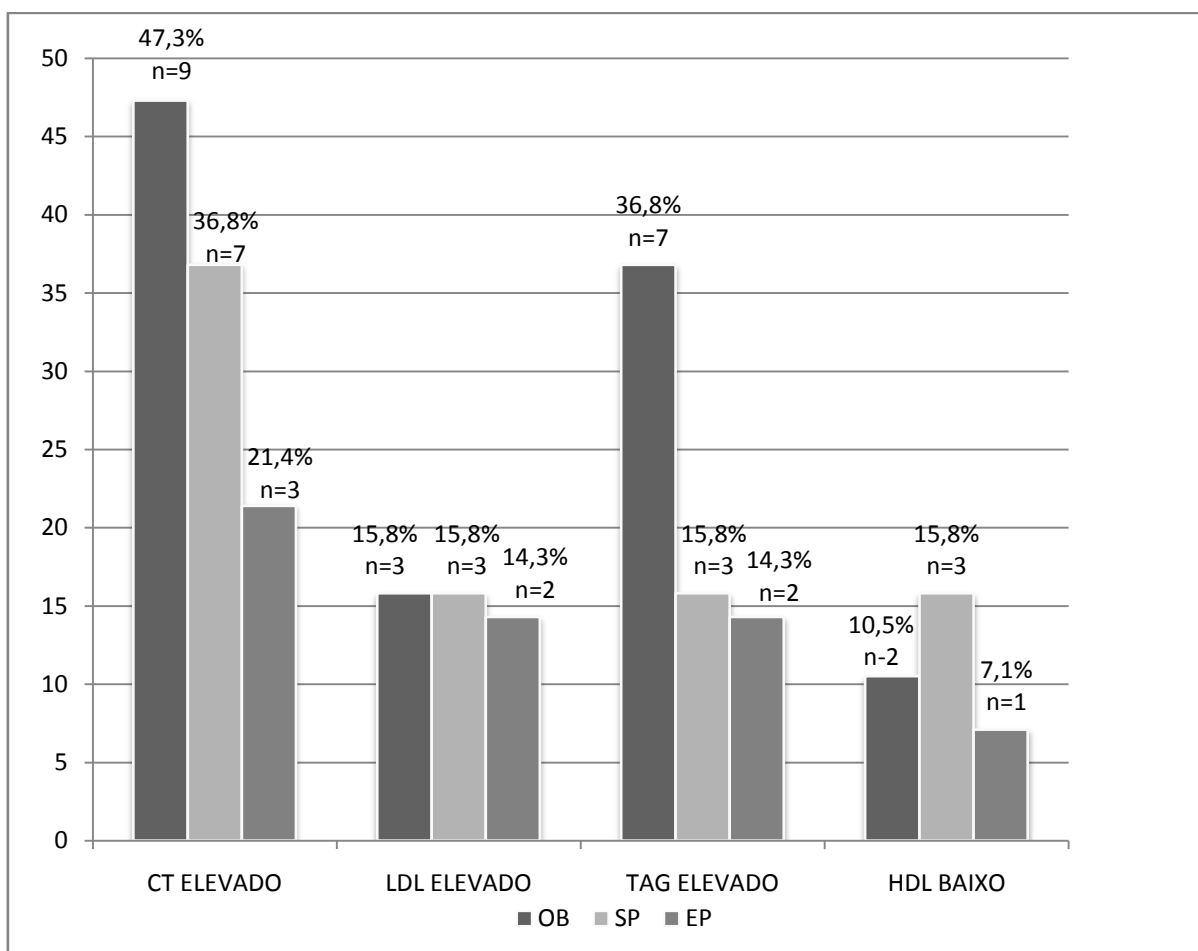


FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL LIPÍDICO DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO (N=52)

Na Figura 6 estão representadas as frequência de distribuições de alterações do perfil metabólico das moças. Existem diferentes entre a proporção de frequência de insulinemia elevada entre os três grupos ($\chi^2_{3 \times 2} = 13,193$, $p = 0,0003$), sendo que o grupo OB apresenta maior frequência do que o grupo SP ($\chi^2_{2 \times 2} = 5,158$, $p = 0,0231$) e

do grupo EP ($\chi^2_{2 \times 2} = 12,392$, $p=0,0004$). Não houve diferença significativa entre os grupos SP e EP ($\chi^2_{2 \times 2} = 2,880$, $p=0,0897$).

Na proporção de frequência HOMA-IR elevado houve diferença entre os três grupos ($\chi^2_{3 \times 2} = 6,899$, $p = 0,008$). O grupo OB apresentou maior frequência do que o grupo EP ($\chi^2_{2 \times 2} = 6,421$, $p=0,0113$). Não houve diferença significativa entre os grupos OB e SP ($\chi^2_{2 \times 2} = 2,795$, $p=0,0945$) e SP e EP (Exato de Fisher, $p=0,643$). O QUICKI baixo ocorreu em 36,84% ($n=7$) no grupo OB, os demais grupos SP e EP apresentaram valores adequados, sem diferença significativa entre os grupos (Exato de Fisher, $p=1,000$).

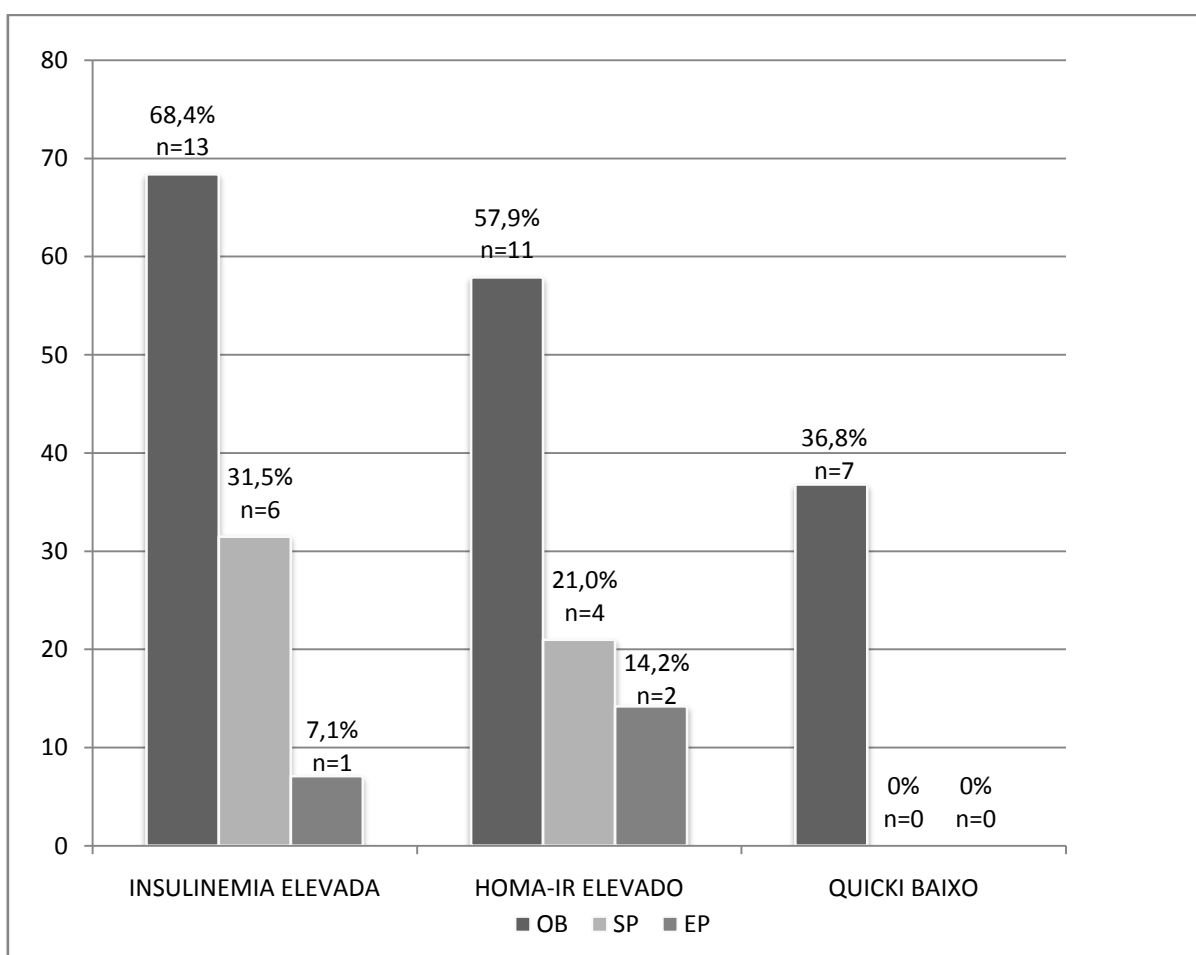


FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NO PERFIL METABÓLICO DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO (N=52)

As comparações entre valores médios e DP da composição corporal entre rapazes obesos, com sobrepeso e de eutróficos estão apresentados na Tabela 5. Os obesos apresentaram maiores valores nas variáveis MG (kg) e MG (%) em comparação aos grupos com sobrepeso e eutróficos que também foram diferentes entre si ($p<0,001$).

A variável MLG (kg) foi similar entre os grupos, enquanto a de MLG (%) apresentou diferença entre os três grupos, sendo os maiores valores em eutróficos e com sobrepeso quando comparados aos obesos ($p<0,001$). O valor médio de MO (Kg) foi maior em obesos e com sobrepeso em relação aos eutróficos ($p=0,03$), enquanto em MO (%) os eutróficos apresentaram maior valor médio do que indivíduos com sobrepeso e obesos ($p<0,001$).

TABELA 5 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
MG (kg)	35,19±9,23 ^{a***}	21,46±5,42 ^{b***}	9,16±3,36 ^{c***}	50,3	0,001
MG (%)	38,67±4,07 ^{a***}	28,80±4,93 ^{b***}	15,31±4,50 ^{c***}	93,5	0,001
MLG (kg)	52,16±7,78	49,36±5,24	47,41±3,77	2,15	0,13
MLG (%)	57,94±3,73 ^{a***}	67,48±4,90 ^{b***}	80,47±4,60 ^{c***}	90,7	0,001
MO (Kg)	2,92±0,44	2,77±0,49	2,49±0,35 ^{c*}	3,39	0,04
MO (%)	3,27±0,38 ^{a**}	3,75±0,29 ^{b**}	4,21±0,27 ^{c***}	27,9	0,001

MG = massa gorda; MLG = massa livre de gordura; MO = massa óssea; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Os valores médios de MG (kg) e MG (%) foram maiores no grupo de adolescentes obesas em relação aos demais grupos assim como o grupo de moças com sobrepeso em relação ao grupo das eutróficas ($p<0,001$). Quanto a variável MLG (kg), as obesas apresentaram maiores valores que as demais ($p<0,001$), enquanto as eutróficas possuíram os maiores valores de MLG (%) quando comparadas as com sobrepeso e obesas ($p<0,001$).

Os grupos de moças obesas e com sobrepeso apresentaram maiores valores de MO (Kg) em relação ao grupo de eutróficas ($p<0,001$). Na variável MO (%) as obesas obtiveram os menores valores em comparação as eutróficas e com sobrepeso ($p<0,001$). Os dados referentes à composição corporal pela DXA estão expostos na tabela 6.

TABELA 6 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
MG (kg)	38,04±7,73 ^{a***}	27,19±4,54 ^{b***}	16,48±2,84 ^{c***}	59,6	0,001
MG (%)	45,80±4,48 ^{a***}	40,10±3,94 ^{b***}	30,29±4,39 ^{c***}	53,5	0,001
MLG (kg)	41,60±5,30 ^{a**}	37,73±3,46	35,59±3,07 ^{c***}	9,16	0,001
MLG (%)	50,70±4,40 ^{a**}	55,95±3,99 ^{b***}	65,61±4,43 ^{c***}	49,5	0,001
MO (Kg)	2,86±0,37	2,66±0,41 ^{b**}	2,21±0,20 ^{c***}	13,5	0,001
MO (%)	3,48±0,37 ^{a**}	3,93±0,35	4,08±0,36 ^{c***}	12,4	0,001

MG = massa gorda; MLG = massa livre de gordura; MO = massa óssea; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

As médias e DP das variáveis das distribuições corporal por segmentos dos indivíduos do sexo masculino estão apresentadas na Tabela 7. Os três grupos de rapazes adolescentes apresentaram diferença na distribuição andróide e ginóide, em que os obesos obtiveram os maiores resultados comparados aos com sobrepeso seguido dos eutróficos ($p<0,001$).

As variáveis de MT localizada por segmentos corporais foram significativamente diferentes entre o três grupos, os valores mais elevados foram observados nos grupos obeso, seguido do grupo sobrepeso comparados ao grupo eutrófico ($p<0,001$). Os valores das variáveis MLG tronco, MLG braço e MLG perna foram semelhantes entre os três grupos de rapazes.

TABELA 7 – DISTRIBUIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS SEGMENTOS POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
Andróide	47,58±5,44 ^{a***}	36,30±7,90 ^{b***}	18,45±6,72 ^{c***}	66,1	0,001
Ginóide	44,68±4,10 ^{a***}	36,82±4,97 ^{b***}	23,60±5,39 ^{c***}	66,9	0,001
MT tronco (kg)	42,08±9,06 ^{a**}	33,49±5,23 ^{b*}	26,01±2,55 ^{c***}	20,6	0,001
MT braço (kg)	9,35±1,40 ^{a*}	8,09±1,42 ^{c*}	6,64±0,8 ^{c***}	15,6	0,001
MT perna (kg)	33,91±6,20 ^{a**}	27,31±3,44 ^{b*}	21,73±2,15 ^{c***}	25,1	0,001
MLG tronco (kg)	23,86±3,94	22,21±2,47	21,32±1,75	2,60	0,08
MLG braço (kg)	5,89±1,03	5,86±1,04	5,70±0,71	0,14	0,86
MLG perna (kg)	18,78±2,86	17,85±2,03	16,62±1,50	3,06	0,05

MT = massa total; MLG = massa livre de gordura; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

A distribuição Andróide e Ginóide das moças adolescentes apresentaram-se diferente entre os três grupos, as obesas foram os que obtiveram os maiores resultados seguidas das com sobrepeso e as eutróficas consecutivamente ($p<0,001$).

Os valores médios e DP das variáveis das distribuições corporal por segmentos das meninas adolescentes estão apresentadas na Tabela 8. O três grupos foram significativamente diferentes nas variáveis de MT localizada por segmentos corporais, os valores mais elevados foram observados nas obesas, seguido das com sobrepeso em comparação ao grupo de eutróficas ($p<0,001$).

Os valores médios das variáveis MLG tronco (kg) e MLG perna (kg) foram maiores no grupo de adolescentes obesas em comparação aos grupos de com sobrepeso e eutróficas. A variável MLG braço foi similar entre os três grupos.

TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS SEGMENTOS POR DXA DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
Andróide	52,99±3,94 ^{a***}	46,03±4,24 ^{b***}	33,76±6,70 ^{c***}	61,6	0,001
Ginóide	52,65±4,19 ^{a***}	49,69±3,71 ^{b***}	40,56±5,48 ^{c***}	31,6	0,001
MT tronco (kg)	38,63±6,59 ^{a***}	30,44±3,21 ^{b**}	24,63±1,82 ^{c***}	33,0	0,001
MT braço (kg)	8,29±1,08 ^{a***}	6,83±0,81 ^{b**}	5,53±0,74 ^{c***}	32,4	0,001
MT perna (kg)	29,55±4,21 ^{a***}	24,52±2,82 ^{b**}	20,45±1,74 ^{c***}	28,3	0,001
MLG tronco (kg)	18,72±2,56	16,86±1,74	16,25±1,69 ^{c*}	5,62	0,007
MLG braço (kg)	4,36±0,98	4,01±0,37	3,76±0,48	2,70	0,07
MLG perna (kg)	14,32±1,62 ^{a*}	12,76±1,17	12,24±1,25 ^{c**}	9,11	0,001

MT = massa total; MLG = massa livre de gordura; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Os valores médios e DP dos marcadores pró e anti-inflamatório de adolescentes meninos estão expressos na Tabela 9. Os obesos apresentaram maior concentração de Leptina em comparação aos demais grupos que também obtiveram diferenças entre si ($p < 0,001$). Enquanto a PCR foi a variável que se apresentou diminuída nos obesos em comparação aos demais grupos ($p < 0,001$). As demais variáveis TNF- α , IL-6, IL-10, Adiponectina e Resistina não apresentaram diferença significativa entre nenhum dos três grupos de rapazes ($p > 0,05$).

TABELA 9 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DOS MARCADORES PRÓ E ANTI-INFLAMATÓRIOS DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
TNF- α (pg/mL)	4,39 \pm 5,56	3,29 \pm 3,38	2,80 \pm 2,77	0,56	0,57
PCR (ng/mL)	1,59 \pm 1,42 ^{a**}	0,50 \pm 0,33	0,18 \pm 0,10 ^{c***}	11,2	0,001
IL-6 (pg/mL)	2,14 \pm 2,08	1,36 \pm 0,87	1,00 \pm 0,41	2,58	0,08
IL-10 (pg/mL)	0,26 \pm 0,20	0,34 \pm 0,14	0,31 \pm 0,16	0,65	0,52
Adiponectina (ng/mL)	6,79 \pm 4,42	9,20 \pm 4,11	8,54 \pm 3,04	1,36	0,26
Leptina (pg/mL)	24,15 \pm 7,38 ^{a***}	10,78 \pm 6,21 ^{b**}	3,96 \pm 3,52 ^{c***}	38,4	0,001
Resistina (ng/mL)	8,34 \pm 2,32	6,53 \pm 3,04	7,27 \pm 4,03	1,06	0,35

TNF- α = fator de necrose tumoral alfa; PCR = proteína C reativa; IL-6 = Interleucina 6; IL-10 = Interleucina 10; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico
^{*} $p < 0,05$; ^{**} $p < 0,01$; ^{***} $p < 0,001$

As médias e DP dos marcadores pró e anti-inflamatório de adolescentes do sexo feminino estão apresentados na Tabela 10. As obesas apresentaram maior concentração de leptina em comparação as com sobrepeso ($p<0,001$), seguido das eutróficas ($p<0,01$) que também obtiveram diferenças entre si ($p<0,05$). Enquanto a resistina se apresentou valor elevado no grupo sobrepeso em comparação ao grupo eutrófico ($p<0,01$). As demais variáveis TNF- α , IL-6, IL-10, adiponectina e PCR não apresentaram diferença significativa entre nenhum dos três grupos de moças ($p>0,05$).

TABELA 10 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DOS MARCADORES PRÓ E ANTI-INFLAMATÓRIOS DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
TNF- α (pg/mL)	3,27 \pm 3,66	1,65 \pm 0,73	1,99 \pm 1,12	2,39	0,10
PCR (ng/mL)	3,72 \pm 2,88	3,51 \pm 3,31	1,60 \pm 2,23	2,48	0,09
IL-6 (pg/mL)	1,91 \pm 1,16	2,29 \pm 2,23	2,59 \pm 3,88	0,29	0,74
IL-10 (pg/mL)	0,42 \pm 0,21	0,41 \pm 0,17	0,94 \pm 2,32	0,83	0,44
Adiponectina (ng/mL)	5,33 \pm 2,25	8,84 \pm 5,87	8,54 \pm 6,77	2,57	0,08
Leptina (pg/mL)	65,23 \pm 26,05 ^{c**}	42,09 \pm 18,04 ^{b*}	21,84 \pm 10,17 ^{c***}	19,3	0,001
Resistina (ng/mL)	7,46 \pm 3,70	9,50 \pm 3,73 ^{b**}	4,88 \pm 9,50	7,81	0,001

TNF- α = fator de necrose tumoral alfa; PCR = proteína C reativa; IL-6 = Interleucina 6; IL-10 = Interleucina 10; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico
* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Os valores de carga movimentada no teste de 1RM de adolescentes do sexo masculino, tanto de membros inferiores (Leg Press) como superiores (Supino e Rosca direta) estão apresentados da Tabela 11. Todos os grupos de rapazes alcançaram valores similares de carga movimentada ($p>0,05$).

TABELA 11 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR DE ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
Leg Press	206,68±53,30	195,41±52,93	193,33±38,45	0,30	0,73
Supino	42,47±9,01	44,43±10,21	42,68±11,13	0,14	0,86
Rosca	22,75±4,93	24,58±6,15	24,08±5,17	0,43	0,64
CL Leg Press	240,60±56,87	222,73±55,87	215,07±38,55	0,90	0,41
CL Supino	51,83±10,19	52,53±11,32	49,32±11,78	0,28	0,75
CL Rosca Direta	32,10±5,93	32,68±7,40	30,72±5,78	0,30	0,74

CL = carga levantada; ^aObeso vs Sobrepeço; ^bSobrepeço vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico
^{*} $p<0,05$; ^{**} $p<0,01$; ^{***} $p<0,001$

As cargas máximas movimentadas no teste de 1RM em adolescentes do sexo feminino estão expostas na Tabela 12, os valores estão expressos de maneira absoluta e Carga Levantada total, a qual considera a massa do segmento além da carga movimentada no aparelho (CL). As adolescentes obesas apresentaram maiores valores de carga movimentada absoluta nas variáveis Leg Press e Rosca direta quando comparadas as adolescentes com sobrepeso e eutróficas ($p<0,01$). Quando os valores foram expressos em CL as moças obesas foram mais fortes que as eutróficas nos três testes ($p<0,01$), apenas na CL Rosca direta o valor foi maior que com sobrepeso ($p<0,01$) e as com sobrepeso e eutróficas apresentaram valores similares de CL em ambos os testes.

TABELA 12 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
Leg Press	183,64±33,11 ^{a**}	150,26±27,10	147,85±24,62 ^{c**}	8,60	0,001
Supino	31,86±4,39	29,91±4,05	28,24±4,53	2,89	0,06
Rosca	19,26±2,70 ^{a*}	17,10±2,46	16,14±2,76 ^{c**}	6,23	0,004
CL Leg Press	213,23±33,18	174,78±27,90	168,31±25,43 ^{c**}	12,06	0,001
CL Supino	40,16±4,67	36,74±4,33	33,77±4,94 ^{c**}	7,81	0,001
CL Rosca Direta	27,56±3,35 ^{a**}	23,92±2,78	21,67±3,39 ^{c***}	14,66	0,001

CL = carga levantada; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico
^{*} $p<0,05$; ^{**} $p<0,01$; ^{***} $p<0,001$

Os valores de carga máxima movimentada no teste de 1RM nos membros superiores (Supino e Rosca direta) e inferiores (*Leg Press*) em termos absolutos, relativo à MC, MLG Total e à MLG localizada das regiões atuantes em cada teste de força estão apresentados na Tabela 13. Os adolescentes obesos apresentaram os menores valores de carga movimentada nos três testes de força máxima em relação aos com sobrepeso e eutróficos quando a carga movimentada foi expressa relativa à MC ($p<0,001$). Quando os valores foram expressos pela MLG e MLG localizada, os rapazes não apresentaram valores similares entre os grupos ($p>0,05$).

TABELA 13 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR RELATIVA DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO.

Grupos	OBESO	SOBREPESO	EUTRÓFICO	F	P
Variáveis	(n=16)	(n=12)	(n=12)		
CL Leg Press/MC	2,64±0,49	2,97±0,46 ^{b**}	3,63±0,62 ^{c***}	12,1	0,001
CL Supino/MC	0,56±0,07 ^{a*}	0,70±0,11	0,83±0,17 ^{c***}	16,1	0,001
CL Rosca Direta/MC	0,35±0,05 ^{a**}	0,43±0,06 ^{b*}	0,51±0,08 ^{c***}	19,4	0,001
CL Leg Press/MLG (kg)	4,60±0,80	4,45±0,70	4,53±0,68	0,12	0,88
CL Supino/MLG (kg)	0,98±0,08	1,05±0,13	1,03±0,21	0,75	0,47
CL Rosca Direta/MLG (kg)	0,61±0,06	0,65±0,09	0,64±0,10	0,88	0,42
CL Leg Press/MLG da perna	12,79±2,32	12,34±1,96	12,96±2,14	0,27	0,76
CL Supino/MLG do tronco	2,17±0,24	2,35±0,32	2,31±0,48	1,03	0,36
CL Rosca Direta/MLG do braço	5,44±0,37	5,54±0,44	5,37±0,61	0,37	0,68

CL = carga levantada; MLG = massa livre de gordura; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Na Tabela 14 estão apresentadas as correções dos valores obtidos no teste de 1RM nos membros superiores (Supino e Rosca direta) e inferiores (*Leg Press*) em termos absolutos, relativo à MC, MLG Total e à MLG localizada das regiões atuantes em cada teste de força realizada nas moças.

As adolescentes obesas apresentaram os menores valores de carga movimentada nos três testes de 1RM quando corrigido pela MC em comparação as com sobrepeso seguido das eutróficas ($p<0,01$). Para as demais correções os valores foram similares entre os grupos ($p>0,05$).

TABELA 14 – MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DAS VARIÁVEIS DE FORÇA MUSCULAR RELATIVA DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

Grupos Variáveis	OBESO (n=19)	SOBREPESO (n=19)	EUTRÓFICO (n=14)	F	P
CL Leg Press/MC	2,57±0,49	2,56±0,32 ^{b**}	3,06±0,44 ^{c**}	7,04	0,002
CL Supino/MC	0,48±0,06 ^{a*}	0,54±0,05 ^{b**}	0,61±0,08 ^{c***}	14,9	0,001
CL Rosca Direta/MC	0,33±0,03	0,35±0,02 ^{b**}	0,39±0,04 ^{c***}	13,2	0,001
CL Leg Press/MLG (kg)	5,14±0,69	4,65±0,67	4,72±0,58	2,95	0,06
CL Supino/MLG (kg)	0,97±0,09	0,97±0,10	0,95±0,12	0,28	0,75
CL Rosca Direta/MLG (kg)	0,66±0,06	0,63±0,05	0,61±0,08	2,69	0,07
CL Leg Press/MLG da perna	14,92±2,16	13,73±2,25	13,75±1,68	1,94	0,15
CL Supino/MLG do tronco	2,16±0,24	2,18±0,28	2,08±0,30	0,58	0,56
CL Rosca Direta/MLG do braço	6,92±3,78	5,96±0,60	5,75±0,44	1,25	0,29

CL = carga levantada; MLG = massa livre de gordura; ^aObeso vs Sobrepeso; ^bSobrepeso vs Eutrófico; ^cObeso vs Eutrófico; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Os valores dos coeficientes da correlação de Pearson nas amostras masculinas entre as variáveis CL nos testes de FM, composição corporal e variáveis antropométricas estão apresentados na Tabela 15. O teste de FM CL Leg press foi moderadamente correlacionado com as variáveis o IMC-z (Leg Press $r=0,38$, $P=0,05$; e fortemente com a MLG (CL Leg Press $r=0,75$, $P=0,00$; CL Supino $r=0,74$; $P=0,00$ e CL Rosca Direta $r=0,72$; $P=0,00$). O %G apresentou fraca correlação em todos os testes de força muscular.

TABELA 15 – MATRIZ DE VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

	CA	%MG	MLG	CL Leg press	CL Supino	CL Rosca
IMC z	,874**	,933**	,440**	,389*	,311	,258
CA		,847**	,517**	,395*	,331*	,281
%MG			,293	,195	,077	,061
MLG				,758**	,741**	,721**
CL Leg press					,864**	,857**
CL Supino						,930**

Correlação de Person * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

IMC = índice de massa corporal; IMCz = índice de massa corporal escore z; CA = Circunferência Abdominal; %G = percentual de gordura; MLG = massa livre de gordura; CL = carga levantada; LEG = Leg Press; SUP=supino;

Nos grupos de femininos, os testes de FM demonstraram moderada correlação com o IMC-z (CL Leg press $r=0,56$, $P=0,00$; CL Supino $r=0,60$; $P=0,00$ e CL Rosca $r=0,69$; $P=0,00$), MLG (CL Leg Press $r=0,68$, $P=0,00$; CL Supino $r=0,64$; $P=0,00$ e CL Rosca $r=0,73$; $P=0,00$), e de fraca correlação com o %G (CL Leg Press $r=0,32$; $P=0,01$; CL Supino $r=0,36$; $P=0,00$ e CL Rosca Direta $r=0,55$; $P=0,00$) das moças. Os valores dos coeficientes da correlação de Pearson entre CL nos testes de força, composição corporal e variáveis antropométricas estão apresentados na Tabela 16.

TABELA 16 – MATRIZ DE VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

	CA	%MG	MLG	CL Leg Press	CL Supino	CL Rosca
IMC z	,882**	,853**	,570**	,565**	,604**	,690**
CA		,725**	,611**	,546**	,598**	,670**
%MG			,294*	,329*	,364**	,554**
MLG				,687**	,647**	,736**
CL Leg press					,727**	,636**
CL Supino						,725**

Correlação de Person * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

IMC = índice de massa corporal; IMCz = índice de massa corporal escore z; CC = Circunferência Abdominal; %G = percentual de gordura; MLG = massa livre de gordura; CL=carga levantada; LEG=Leg Press; SUP=supino;

As correlações entre as variáveis antropométricas e composição corporal com marcadores de RI estão apresentados na Tabela 17. Nos rapazes, pode-se observar correlação moderada do IMC-z (Insulinemia $r=0,54$, $P=0,00$ e HOMA-IR $r=0,55$, $P=0,00$), CC (Insulinemia $r=0,45$, $P=0,01$ e HOMA-IR $r=0,42$, $P=0,01$) e %G (Insulinemia $r=0,55$, $P=0,00$ e HOMA-IR $r=0,58$, $P=0,00$).

A variável QUICKI foi inversamente correlacionada com as variáveis antropométricas e de composição corporal (IMC-z $r=-0,61$, $P=0,00$; CC $r=-0,50$, $P=0,01$ e %G $r=-0,64$, $P=0,00$).

TABELA 17 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

	INSULINEMIA	GLICEMIA	HOMA-IR	QUICKI
IMC-z	,547**	-,036	,559**	-,610**
CA	,450**	-,135	,429**	-,500**
%MG	,558**	,059	,585**	-,642**
MLG	,035	-,158	,004	-,077

Correlação de Pearson * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

IMC-z = índice de massa corporal escore z; CA = Circunferência Abdominal; %G = percentual de gordura; MLG = massa livre de gordura.

As moças adolescentes apresentaram correlação de Pearson moderada de IMC-z (Insulinemia $r=0,50$, $P=0,00$ e HOMA-IR $r=0,50$, $P=0,00$) e CC (Insulinemia $r=0,53$, $P=0,00$ e HOMA-IR $r=0,53$, $P=0,00$), enquanto que a variável QUICKI foi inversamente correlacionada com as variáveis antropométricas e de composição corporal (IMC-z $r=-0,56$, $P=0,00$; CC $r=-0,57$, $P=0,00$, %G $r=-0,49$, $P=0,00$ e MLG $r=-0,43$, $P=0,01$) (Tabela 18).

TABELA 18 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

	INSULINEMIA	GLICEMIA	HOMA-IR	QUICKI
IMC-z	,507**	,212	,501**	-,569**
CA	,530**	,248	,530**	-,576**
%MG	,395**	,179	,382**	-,491**
MLG	,550**	,237	,567**	-,439**

Correlação de Pearson * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

IMC-z = índice de massa corporal escore z; CA = Circunferência Abdominal; %G = percentual de gordura; MLG = massa livre de gordura.

Os valores dos coeficientes da correlação de Pearson nas amostras masculinas entre as variáveis antropométricas e de composição corporal com marcadores pró e anti-inflamatórios apresentados na Tabela 19, revelaram forte correlação com a leptina (IMC-z $r=0,77$, $P=0,00$; CA $r=0,73$, $P=0,00$ e %G $r=0,85$, $P=0,00$) nos rapazes.

TABELA 19 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

	PCR	IL-10	IL-6	TNF-α	Resistina	Adiponectina	Leptina
IMC-z	,473**	-,185	,341*	,132	,179	-,146	,779**
CA	,356*	-,145	,326*	,019	,119	-,194	,737**
%MG	,535**	-,218	,396*	,102	,246	-,170	,852**
MLG	,083	,186	-,124	-,121	-,193	-,068	,229

Correlação de Pearson * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

IMC-z = índice de massa corporal escore z; CA = Circunferência Abdominal; %G = percentual de gordura; MLG = massa livre de gordura; PCR = proteína C-reativa; IL-6 = interleucina 6 ; IL-10 = interleucina 10 ; TNF- α = fator de necrose tumoral alfa.

Assim como nos rapazes, os valores dos coeficientes da correlação de Pearson entre as variáveis antropométricas e de composição corporal com marcadores pró e anti-inflamatórios nas moças adolescentes revelaram forte correlação com a leptina (IMC-z $r=0,70$, $P=0,00$; CA $r=0,68$, $P=0,00$ e %G $r=0,77$, $P=0,00$) (Tabela 20).

TABELA 20 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

	PCR	IL-10	IL-6	TNF- α	Resistina	Adiponectina	Leptina
IMC-z	,311*	-,155	-,063	,245	,275*	-,188	,705**
CA	,182	-,130	-,193	,228	,209	-,378**	,683**
%MG	,320*	-,288*	-,129	,240	,337*	-,067	,777**
MLG	,131	-,031	-,022	,137	,043	-,107	,344*

Correlação de Pearson * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

IMC-z = índice de massa corporal escore z; CA = Circunferência Abdominal; %G = percentual de gordura; MLG = massa livre de gordura; PCR = proteína C-reativa; IL-6 = interleucina 6 ; IL-10 = interleucina 10 ; TNF- α = fator de necrose tumoral alfa.

As variáveis de FM, representada na Tabela 21 como CL, não apresentaram correlações significativas entre os marcadores de RI nos adolescentes do sexo masculino.

TABELA 21 – CORRELAÇÃO ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

	INSULINEMIA	GLICEMIA	HOMA-IR	QUICKI
CL Leg Press	-,100	-,208	-,144	,071
CL Supino	-,162	-,167	-,200	,196
CL Rosca direta	-,063	-,225	-,112	,120

Correlação de Pearson * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; CL = carga levantada

As variáveis de CL que representa a FM das moças adolescentes foram positivamente correlacionadas com os marcadores de RI, insulinemia e o índice HOMA-IR ($p < 0,05$). Enquanto que o índice QUICKI foi inversamente correlacionado com a FM dos membros superiores (CL Rosca) ($p = 0,01$) (Tabela 22).

TABELA 22 – CORRELAÇÃO ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES DE RESISTENCIA INSULINICA DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

	INSULINEMIA	GLICEMIA	HOMA-IR	QUICKI
CL Leg Press	,339*	,140	,352*	-,237
CL Supino	,276*	,174	,297*	-,265
CL Rosca direta	,402**	,183	,407**	-,431**

Correlação de Pearson * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; CL = carga levantada

Os valores dos coeficientes da correlação de Pearson nas amostras masculinas entre as variáveis de FM com marcadores pró e anti-inflamatórios apresentados na Tabela 23, não apresentaram resultados expressivos.

TABELA 23 – CORRELAÇÃO ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

	PCR	IL-10	IL-6	TNF- α	Resistina	Adiponectina	Leptina
CL Leg Press	-,085	-,107	-,215	,052	-,196	-,104	,101
CL Supino	-,133	-,001	-,204	-,099	-,247	-,058	-,026
CL Rosca	-,088	,025	-,207	-,158	-,282	-,123	-,058

Correlação de Pearson *p<0,05; **p<0,01.

CL = carga levantada; PCR = proteína C-reativa; IL-6 = interleucina 6 ; IL-10 = interleucina 10 ; TNF- α = fator de necrose tumoral alfa.

As variáveis de CL, que representam a FM das moças adolescentes foram moderada e positivamente correlacionadas com a leptina (Leg press $r=0,33$, $P=0,01$; Supino $r=0,41$, $P=0,00$ e Rosca $r=0,53$, $P=0,00$) (Tabela 24).

TABELA 24 – CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS CARGAS LEVANTADAS DE LEG PRESS, SUPINO E ROSCA DIRETA COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS DOS ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO

	PCR	IL-10	IL-6	TNF-alfa	Resistina	Adiponectina	Leptina
CL Leg press	,143	,058	,103	-,007	,049	-,091	,333*
CL Supino	,175	-,008	,077	,124	,130	-,191	,410**
CL Rosca	,189	-,133	-,128	,135	,178	-,170	,531**

Correlação de Pearson *p<0,05; **p<0,01; CL = carga levantada; PCR = proteína C-reativa; IL-6 = interleucina 6 ; IL-10 = interleucina 10 ; TNF- α = fator de necrose tumoral alfa.

5. DISCUSSÃO

A força muscular é componente da aptidão física de jovens adolescentes, que contribui para a manutenção da saúde (PETROSKI *et al.*, 2011). Pesquisas indicam que a obesidade e baixos níveis de aptidão muscular são fatores de risco para RI na população infantojuvenil (BENSON *et al.*, 2008; ARTERO *et al.*, 2011). Além disso, a obesidade e baixos níveis de aptidão física parecem estar relacionados a processos inflamatórios crônicos (ARTERO *et al.*, 2014). Nesse sentido, avaliar a composição corporal e FM é ferramenta fundamental para diagnóstico precoce das alterações nessa população, principalmente ao relacionar essas medidas com os indicadores de risco para doenças crônicas decorrentes da obesidade.

Dessa forma, este estudo avaliou e comparou níveis de força muscular de membros inferiores e superiores com os indicadores de composição corporal, resistência insulínica, marcadores pró e anti-inflamatórios em adolescentes obesos e não obesos, afim de verificar se testar a FM nesta população pode ser um meio de identificar indivíduos que apresentem complicações da obesidade, além de avaliar as sobrecargas em membros superiores e inferiores possuem relação com os perfis metabólicos. As diferenças na composição corporal entre os adolescentes eram esperadas em virtude da divisão dos grupos. Adolescentes obesos do sexo masculino e feminino apresentaram MC, IMC-z, CA e MG mais elevados quando comparados aos com sobrepeso e eutróficos.

Na presente pesquisa, a FM absoluta de membros superiores e inferiores de rapazes apresentou-se de maneira similar entre os três grupos. Estes resultados opõem-se a pesquisas que encontraram maior FM absoluta em meninos adolescentes com obesidade extrema (ABDELMOULA *et al.*, 2012), meninas obesas (LOPES *et al.*, 2013) e em crianças e adolescentes obesas de ambos os sexos (RAUCH *et al.*, 2012; TSIROS *et al.*, 2013) quando comparados aos seus controles com peso adequado. Além disso, a FM de membros superiores e inferiores possuem fraca correlação positiva com as variáveis IMC-z e CA nos rapazes da presente pesquisa. Esses resultados podem estar relacionados às características existentes da amostra, pois neste estudo os meninos apresentaram IMC mais baixos

do que mostrado em outros estudos, diferença na faixa etária e gênero, além dos métodos de avaliações da FM utilizados.

Entretanto, as adolescentes obesas do sexo feminino apresentaram maior FM absoluta tanto nos membros superiores (Rosca Direta) como nos membros inferiores (*Leg Press*) quando comparadas as com sobrepeso e eutróficas. Esses achados coincidem com estudos que verificaram maiores valores de FM de membros superiores em mulheres obesas (ZOELLER *et al.*, 2008) e crianças obesas de ambos os sexos (TSIROS *et al.*, 2013). Essas diferenças podem ser atribuídas à presença de perfil metabólico alterado entre os obesos (KERN; SIMSOLO; FOURNIER, 1999), o que pode gerar estado anabólico sistêmico em indivíduos obesos quando associado à sobrecarga adicional na estrutura músculo esquelética devido ao excesso de peso (TSIROS *et al.*, 2013).

As diferenças dos resultados encontrados no teste de FM entre os gêneros da população estudada nessa pesquisa, explica-se pelas diferenças encontradas na composição corporal dos adolescentes, pois a variável que possui a maior correlação com os resultados do teste de FM, a MLG, apresenta-se igualmente entre os grupos de rapazes, enquanto que nas moças essa variável encontra-se mais elevada nos grupos com maior peso. Essas informações excluem possíveis fatores de confusão quanto ao protocolo de familiarização e aplicabilidade do teste de 1RM.

Outros fatores de confusão são sugeridos por autores na literatura, que podem ser atribuídos a essas diferenças na FM absoluta entre os grupos. Tonson *et al.* (2008) relataram que a FM pode sofrer alterações devido ao processo de crescimento e maturação, independente do sexo. Correspondentes a esse processo, autores têm elencado a adaptação neuromuscular como fator concomitante a obesidade nas diferenças encontradas na população infantojuvenil, que ocorrem em indivíduos obesos pela sobrecarga de massa corporal em membros inferiores (LOPES *et al.*, 2013; TSIROS *et al.*, 2013).

Portanto, a aptidão física é forte preditor individual do estado de saúde no futuro. Em conjunto com a aptidão cardiorrespiratória, a FM tem sido cada vez mais reconhecida na patogênese e prevenção de doenças crônicas (ARTERO *et al.*, 2012), e se associa de forma independente com riscos metabólicos na população infantojuvenil (STEENE-JOHANNESSEN *et al.*, 2009). Nos últimos anos, a

população jovem se tornou menos ativa, incentivadas principalmente pelo avanço tecnológico, o que acarretou em maior proporção de comorbidades associados ao excesso de peso (LANDRY; DRISCOLL, 2012).

Na presente pesquisa os grupos de adolescentes obesos e com sobrepeso, masculino e feminino apresentaram níveis mais elevados da variável PAS em comparação aos eutróficos. Corroborando com o estudo de WOO *et al.*, (2012), que também verificaram PAS aumentada em um grupo de crianças e adolescentes com excesso de peso do sexo masculino em comparação aos indivíduos com peso normal. Esses resultados podem ser explicados pela relação do IMC elevado com hipertensão arterial alterada (CHRISTOFARO *et al.*, 2009; MORAES *et al.*, 2011). Porém, alguns estudos apontam que o aumento da prevalência de casos de PA elevada em adolescentes esteja relacionado à adiposidade abdominal (WERNECK *et al.*, 2015).

Os resultados deste estudo indicaram que os grupos de rapazes foram similares quanto a PAD dos três grupos. No entanto, as moças obesas e com sobrepeso mostraram maiores níveis de PAD que as eutróficas. Esses resultados corroboram com estudo que verificou a prevalência elevada de medidas hipertensivas em escolares com excesso de peso, sendo o IMC a variável que mais se correlacionou com a PA (LEITE *et al.*, 2009c). Nesta perspectiva, verificou-se que a prevalência da hipertensão arterial em crianças e adolescentes se eleva de maneira progressiva à medida que o IMC aumenta (SOROF *et al.*, 2004). O que sugere a necessidade de controle da obesidade na juventude como atenção primária que visa manutenção da saúde, além do diagnóstico precoce da PA elevada para reduzir morbidades e evolução da doença em longo prazo (FALKNER *et al.*, 2008).

Estudos encontraram relação entre obesidade e fatores de risco como dislipidemias (PAVÃO *et al.*, 2015), resistência insulínica (GOBATO *et al.*, 2014), DM2 e doença cardiovascular. Além disso, o excesso de peso em crianças e adolescentes também é fator determinante para a manifestação de dislipidemias (GUTIN *et al.*, 2005). Níveis elevados de lipídios e glicemia no sangue têm sido relatados em adolescentes com excesso de peso, independente do condicionamento físico (MESA *et al.*, 2006). Neste estudo, a glicemia, CT, HDL-c, LDL-c e TAG foram semelhantes entres os grupos obeso, sobrepeso e eutrófico de adolescentes

masculinos e femininos. Esses resultados opõem-se a estudos que encontraram maiores valores de dislipidemia em adolescentes obesos (LEITE *et al.*, 2009a; LEE *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2014).

No entanto, para melhor compreensão da presença de fatores lipídicos alterados na obesidade infantojuvenil, realizou-se distribuição das frequências das alterações dessas variáveis, que não apresentaram diferenças significativas entre os grupos, sendo que o HDL-c baixo é a variável mais presente nos adolescentes do sexo masculino. Provavelmente atribuído ao sedentarismo destes adolescentes que, independente da composição corporal, reduz o HDL-c, cuja concentração está associada à prática de atividade física (LEITE *et al.*, 2009b). Enquanto que as alterações mais presentes nas moças adolescentes foram o CT e TAG elevados. Deste modo, embora o presente estudo não tenha comparado rapazes e moças, esses resultados corroboram com estudos que verificaram maiores níveis de TAG nas meninas do que em meninos (ARTERO *et al.*, 2011).

A resistência insulínica prejudica resposta celular à insulina devido disfunção no metabolismo da glicose, associada ao aumento do risco cardiovascular (MINIELLO *et al.*, 2014). Neste sentido, a RI tem sido apontada como problema de saúde coletiva inclusive em crianças e adolescentes. As variáveis relacionadas à RI neste estudo mostraram que os grupos de obesos, masculino e feminino possuem maiores concentrações médias de insulina, índices HOMA-IR e menores índices QUICKI. Esses resultados corroboram com estudo que obesos apresentaram maior frequência de concentração de insulinemia basal e índice HOMA-IR elevado e de índice QUICKI reduzido em comparação aos grupos eutróficos (LEITE, 2005). Diagnóstico de distúrbios lipídicos, resistência à insulina e diabetes está cada vez mais frequente na população infantojuvenil, junto à obesidade, caracterizada pelo IMC ou CA possui estreita relação com o agravo da SMet na vida adulta (SCHWANDT *et al.*, 2010).

Destacam-se ainda na presente pesquisa, as moças adolescentes obesos apresentarem maior concentração de Insulina e índice HOMA-IR quando comparados aos eutróficos, além de possuir menor índice QUICKI. Como resultado deste estado anabólico, as moças adolescentes obtiveram moderada e positiva correlação com as variáveis antropométricas, e, além disso, vale ressaltar que as

adolescentes obesas apresentaram maior MLG que as eutróficas, diferente dos resultados encontrados nos rapazes. Sendo assim, apenas as moças apresentaram correlação desta variável com os marcadores de RI. Artero *et al.* (2011) encontraram correlação inversa do índice HOMA-IR com aptidão cardiorrespiratória e muscular em uma amostra de adolescentes com peso adequado de ambos os sexos. Contudo, nesta pesquisa não houve nenhuma correlação significativa dos marcadores de RI com os níveis de FM em adolescentes masculinos. Enquanto que nas adolescentes a FM de membros superiores foi moderada e inversamente correlacionada com o índice QUICKI. Essas diferenças podem ser justificadas pelas diferenças de composição corporal entre os dois estudos, e o referido estudo ter utilizado testes de campo, enquanto neste foi utilizado o método de 1RM.

Além das medidas antropométricas, a composição corporal faz parte dos componentes de avaliação do estado nutricional, visando a identificação precoce de possíveis comprometimentos em consequência da obesidade (ENGELN *et al.*, 2012). Nesta pesquisa, a insulinemia e o índice HOMA-IR foram moderados e diretamente correlacionados com variáveis antropométricas e de composição corporal dos adolescentes, de ambos os sexos. Porém, a MLG apenas se correlacionou diretamente com os marcadores de RI e inversamente com o índice QUICKI nas moças. O IMC-z e a CA foram as variáveis que mais se correlacionaram com os marcadores de RI.

Embora poucos estudos sejam encontrados na população jovem e existam algumas divergências quanto a definições de qual a medida antropométrica se correlaciona melhor com os componentes da SMet e RI (GOBATO *et al.*, 2014). Maior massa óssea e muscular, bem como maiores níveis de FM absoluta alcançados por adolescentes (ABDELMOULA *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2013) e crianças (TSIROS *et al.*, 2013) obesos quando comparado a não obesos tem sido relatado em estudos, atribuídos a presença de perfil metabólico alterado entre os obesos, com maiores níveis de insulina (KERN; SIMSOLO; FOURNIER, 1999). Fator que pode gerar estado anabólico sistêmico em indivíduos obesos quando associado à sobrecarga adicional na estrutura músculo esquelética devido ao excesso de peso (TSIROS *et al.*, 2013).

Neste estudo, com a utilização de equipamento DXA, verificou-se que os grupos de rapazes adolescentes foram semelhantes quanto à quantidade de MLG, porém os valores percentuais de MLG foram maiores nos grupos eutróficos seguidos dos com sobrepeso em comparação aos obesos que também apresentaram maior MO que os eutróficos. Todavia, os resultados encontrados no grupo de moças adolescentes obesas corroboram com os achados da literatura, apresentando maior quantidade de MLG e MO que as eutróficas. Entretanto, assim como nos rapazes, os percentuais de MLG foram maiores nos grupos de adolescentes eutróficas seguidas das com sobrepeso em comparação às obesas. Esses achados também foram descritos por Gong *et al.* (2012) e Boeke *et al.* (2013) que também verificaram maior quantidade e menor percentual de MLG em adolescentes obesos quando comparados ao grupo controle. Essa inversão pode ser explicada pela desigualdade na quantidade de gordura corporal entre os indivíduos, o que pode influenciar a MC dos diferentes grupos.

Por outro lado, Abdelmoula *et al.* (2012) verificaram que rapazes adolescentes obesos severos possuem maior MLG quando comparados ao grupo controles com peso adequado, o que foi corroborado com Tsiros *et al.*, (2013), que também constataram maiores quantidades de MLG em crianças obesas de ambos os sexos. Entretanto, acredita-se que as divergências ocorridas em relação a estes estudos devem-se as características dos grupos pesquisados, o intuito destas pesquisas foram verificar os efeitos do tecido adiposo em adolescentes com obesidade severa e crianças obesas de ambos os sexos, enquanto o presente estudo foi realizado com adolescentes obesos e com sobrepeso, que estavam próximos do índice de divisão do estado nutricional.

Pesquisas têm apontado também que adolescentes com maior adiposidade possuem maior massa óssea, sugerindo que esta associação é devido à maior MLG (GRACIA-MARCO *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2013). Entretanto, neste estudo, apenas o grupo de adolescentes obesas apresentou maiores níveis de MLG que com sobrepeso e eutróficos, apesar da MO ter sido maior nos grupos de adolescentes obeso masculino e feminino quando comparados aos eutróficos. Desta forma, a obesidade estimula a MO pela sobrecarga causada pelo excesso de peso, porém essa sobrecarga não é o suficiente para favorecer aumento da MLG.

Diferenças neuromusculares de membros superiores e inferiores podem estar sendo influenciadas por alterações funcionais proporcionadas com a variação de composição corporal em indivíduos obesos (LOPES *et al.*, 2013). Diante disso, a avaliação da composição corporal com DXA proporciona análise da composição por segmento corporal (LEE; GALLAGHER, 2008). Explorando-se dessa tecnologia, ao examinar a composição corporal por regiões anatômicas, pode-se observar que apesar das MT dos segmentos (tronco, braço e perna) apresentarem maiores taxas em obesos seguidos dos com sobrepeso e eutróficos, as MLG dos segmentos (MLG localizada) dos três grupos foram similares. Resultado também observado por Abdelmoula *et al.* (2012) em sua amostra de rapazes severamente obesos ao avaliar somente a composição MLG da coxa.

Os resultados de MT dos segmentos também foram observados valores mais elevados nas moças obesas seguido das com sobrepeso e eutróficas. Entretanto, as obesas apresentaram maior MLG localizada de membros inferiores (MLG da Perna) e do tronco (MLG do tronco) quando foram comparadas às com sobrepeso e eutróficas. Alguns pesquisadores têm atribuídos esses resultados a adaptação neuromuscular acarretada pela sobrecarga mecânica que o excesso de peso exerce sobre as estruturas articulares de indivíduos obesos (LOPES *et al.*, 2013).

Para melhor análise da quantidade de carga movimentado em cada teste de 1RM, a FM também foi apresentada como CL, para a qual foi considerada a carga total utilizada no equipamento e MT do membro deslocado na execução de cada exercício. Mesmo após essa correção todas as variáveis de FM dos adolescentes masculinos permaneceram similares, enquanto que com essa correção o teste de supino das adolescentes femininas seguiu a mesma tendência das outras variáveis de FM, que também apresentou maiores níveis nas obesas comparadas às com sobrepeso e eutróficas.

Em virtude dos grupos terem sido alocados por estado nutricional (IMC-z), os resultados de FM, após serem transformados em CL, foram expresso relativos às variáveis de composição corporal, para corrigir possíveis tendências específicas de gênero na variação da obesidade. Mediante isso, a FM, ao ser expressa relativa à MC, os grupos de adolescentes obesos, masculino e feminino, apresentaram menores valores médios de FM em relação aos grupos com sobrepeso seguidos dos

indivíduos eutróficos nos três testes em que foram submetidos. Esses resultados podem ser atribuídos a maior percentual de MLG em adolescentes masculinos e femininos eutróficos em relação aos grupos sobrepeso e obeso. Esses resultados têm sido contraditório aos encontrados na literatura. Em estudo com crianças e adolescentes, que após verificar maior força absoluta de extensores do joelho, ao ser ajustar os dados relativos à MC, a FM de extensores do joelho foi inferior e inversamente relacionado ao porcentual de gordura em obesos (TSIROS *et al.*, 2013).

Por outro lado, o presente estudo verificou também a composição corporal segmentada dos membros superiores e inferiores para melhor compreensão da relação da MLG com a FM de indivíduos obesos. Em adultos, a correção dos testes de força pela MLG tem apontado similaridade na força de homens e mulher após os resultados de FM absoluta serem corrigidos, mesmo apresentando maior MLG que indivíduos com peso normal (LAFORTUNA *et al.*, 2005). Corroborando com esta pesquisa em adultos, as amostras de adolescentes deste estudo não apresentaram diferenças significativas quando os resultados de FM foram expressos relativamente a MLG. Abdelmoula *et al.* (2012), ao analisar o torque máximo do joelho, observaram FM absoluta maior nos adolescentes obesos, e ao corrigir pela MLG os resultados se tornaram equivalentes aos eutróficos, assim como a amostra de moças adolescentes neste estudo. Acredita-se que a divergência entre esses resultados deve-se a maior quantidade de MLG no grupo de adolescentes severamente obesos, resultado este, similar a amostra de adolescentes obesas neste estudo.

Esses resultados corroboram com estudo que verificou que a FM exercida por músculos dos membros superiores de crianças e adolescentes pode ser explicada pela quantidade muscular ao invés de alterações fisiológicas ou neurais (TONSON *et al.*, 2008), em consequência das adaptações neuromusculares que ocorrem em indivíduos obesos pela sobrecarga de massa corporal em membros inferiores (LOPES *et al.*, 2013; TSIROS *et al.*, 2013). Nesse sentido, Abdelmoula *et al.* (2012) corrigiram ainda seus resultados de torque de extensores do joelho pela MLG localizada da coxa, estratificação esta proporcionada pela DXA, desta forma os meninos obesos voltaram a expressar maior FM que eutróficos. Entretanto, na presente pesquisa, quando realizada a correção pela MLG do segmento utilizado,

proporcionado pelos dados extraídos do equipamento DXA, os resultados se tornaram equivalentes tanto em membros superiores como em inferiores em todos os grupos de meninos e meninas adolescentes. Nos meninos, esses resultados são atribuídos a distribuição de MLG, que apesar das diferenças de IMC e MT dos segmentos entre os grupos, a MLG localizada de membros superiores e inferiores foram semelhantes entre os três grupos. Enquanto que nas meninas, a obesidade parece oferecer possíveis prejuízos na função neuromuscular nas obesas, visto que apresentaram maiores valores de MLG localizada nos membros inferiores e no tronco. Por outro lado, é importante destacar que a distribuição do excesso de gordura corporal pode ocorrer de maneiras diferentes entre gêneros na adolescência (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Pesquisas apontam que o acúmulo de gordura abdominal tem sido relacionado aos fatores de riscos para doença cardiovascular e inversamente associada à aptidão física (ORTEGA *et al.*, 2010). Sua prevalência é alta na adolescência, podendo chegar a mais de 50% em países desenvolvidos (SUDER *et al.*, 2015). No presente estudo, a CA apresentou moderada correlação com a FM de membros inferiores e do tronco, enquanto que os resultados do testes de FM foram diretamente correlacionados com a CA nas meninas adolescentes. De acordo com Silva *et al.* (2014), a composição corporal de crianças e adolescentes se correlacionam com o aumento da camada íntima média, e demonstra inversa correlação com a MLG, HDL-c e aptidão cardiorrespiratória (VO₂). Na presente pesquisa, as variáveis antropométricas (IMC-z, CA e MLG) se correlacionaram com os níveis de FM ao serem avaliadas isoladamente, demonstrando que a FM absoluta de membros superiores e inferiores se correlaciona, de forma mais intensa, com a MLG nos meninos e com o IMC-z nas meninas.

Além disso, a adiposidade corporal aumentada está associada à presença de estado inflamatório crônico, que tem sido relacionado com o desenvolvimento de patologias, como a doença cardiovascular, aterosclerose e DM2 (PEREIRA-LANCHÁ; CAMPOS-FERRAZ; LANCHÁ, 2012). Uma das principais características do acúmulo excessivo de tecido adiposo, é dar início ao processo inflamatório sistêmico causado por disfunção na regulação hormonal proveniente do aumento na liberação de citocinas pró-inflamatórias (SILVA *et al.*, 2014). A liberação aumentada de adipocinas pró-inflamatórias pelo tecido adiposo branco proveniente do balanço

energético positivo, resultado da alta ingestão calórica que ultrapassam necessidades diárias (BORG *et al.*, 2012).

Em crianças e adolescentes, a inflamação sistêmica tem sido cada vez mais relatada por suas associações à obesidade (KANTOR; GIOVANNUCCI, 2015), função endotelial modificada, independente da fase puberal (MONTERO *et al.*, 2012), a Smet (GOODSON *et al.*, 2014) e aterosclerose (SILVA *et al.*, 2012). Além disso, níveis elevados de fatores inflamatórios têm se mostrado preditor de riscos modificáveis para estado pró-inflamatório como prevenção de patologias metabólicas e cardiovasculares na idade adulta (ARTERO *et al.*, 2014).

Os resultados do presente estudo indicaram que adolescentes obesos de ambos os sexos possuem concentrações mais elevadas de leptina em relação aos grupos com sobrepeso e eutróficos, assim como os com sobrepeso em relação aos eutróficos, indicando que esse processo inflamatório é progressivo, inicia-se na população infantojuvenil mesmo em adolescentes com baixo grau de obesidade. Esses resultados corroboram com estudos que também encontraram maiores concentrações de leptina em crianças e adolescentes obesos e com sobrepeso quando comparados aos eutróficos (ALIKAŞIFOĞLU *et al.*, 2009; CAMBULI *et al.*, 2008).

Desta forma, a leptina possui forte e positiva correlação com indicadores de obesidade (IMC-z, CA e %G) em adolescentes masculinos e femininos. Concordando com estudo realizado em rapazes e moças adolescentes com peso adequado (HUANG *et al.*, 2004; MARTINEZ-GOMEZ *et al.*, 2012). Somando-se a isso, a amostra de adolescentes do sexo feminino apresentou moderada correlação positiva da leptina com a FM de membros superiores e inferiores. Enquanto que nos rapazes houve correlação inversa, porém não significativa entre leptina e os testes de FM. Contrariando estudo com adolescentes que verificou associação inversa da leptina com testes de aptidão cardiorrespiratória e muscular (MARTINEZ-GOMEZ *et al.*, 2012). Resultados controversos podem ser atribuídos a diferença na composição corporal das amostras, diferentes testes de aptidão muscular utilizados, além do que, nas moças adolescentes a combinação de ambiente anabólico e a sobrecarga de peso adicional podem ser os responsáveis pela maior massa muscular e óssea, bem como os maiores níveis de FM absoluta.

Baixos níveis plasmáticos de adiponectina estão ligados às doenças relacionadas à obesidade (RENALDI *et al.*, 2009). Porém, neste estudo os resultados indicaram que adolescentes obesos, com sobrepeso e eutróficos são similares em concentrações plasmáticas de adiponectina. Embora exista tendência dos obesos e com sobrepeso de ambos os sexos a possuírem baixas concentrações séricas desta adipocitocina, como a maioria dos estudos que comparam adolescentes obesos e com peso adequado (ALIKAŞIFOĞLU *et al.*, 2009; ASAYAMA *et al.*, 2003; CAMBULI *et al.*, 2008; WOO *et al.*, 2012). A concentração de adiponectina teve apenas correlação inversa e moderada com a CA nas moças adolescentes. Corroborando com estudo de Martinez-Gomez *et al.* (2012), que também observaram inversa correlação com indicadores de obesidade em adolescentes, contudo, este estudo também identificou inversa associação com indicadores de aptidão muscular, que não foi encontrado nesta pesquisa em nenhuma das amostras de adolescentes. Esses resultados são atribuídos, como já citados anteriormente, as características amostrais e diferentes testes para avaliação da FM dos adolescentes.

Além disso, alguns estudos tem investigado a associação entre as concentrações de adiponectina com marcadores pró-inflamatórios, e sua resposta anti-inflamatória parece ser mediada por concentrações mais elevadas de outras citocinas inflamatórias, como a PCR, TNF- α e IL-6 (MATSUZAWA *et al.*, 2004). Nesse caso, o grupo de rapazes obesos apresentou maior concentração de PCR em comparação aos seus pares com sobrepeso e eutróficos. Concentração elevada de PCR é conhecida por ser mais frequente em crianças e adolescentes obesos e com SMet (MAKNI *et al.*, 2013; MANY *et al.*, 2013; NISHIMURA *et al.*, 2009). Além disso, a PCR é considerada indicador de inflamação e preditor de doença cardiovascular e DM2 (BRASIL *et al.*, 2007). Os resultados na amostra masculina nesta pesquisa apóiam os encontrados na literatura que averiguaram maiores concentrações de PCR em crianças e adolescentes obesos (SHIH *et al.*, 2010; SHOELSON; HERRERO; NAAZ, 2007; SHOELSON; LEE; GOLDFINE, 2006), e com déficit de vitamina D (ALEMZADEH; KICHLER, 2012). Contudo, os grupos de adolescentes femininos apresentaram concentrações semelhantes de PCR, resultado que diverge dos resultados encontrados em mulheres adultas obesas (PARK; PARK; YU, 2005) e em crianças e adolescentes (BRASIL *et al.*, 2007).

Neste estudo, a PCR apresentou moderada correlação com as variáveis antropométricas e de composição corporal nos adolescentes masculinos, sobretudo com o IMC-z e %G. Enquanto que nas adolescentes o IMC-z e o %G foram às únicas variáveis antropométricas e de composição corporal que apresentaram correlações significativas com a PCR, porém, com valores menos expressivos que nos rapazes. Brasil *et al.* (2007) já haviam relatado correlação positiva entre a PCR e o IMC em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. Utilizada para diagnosticar estado inflamatório, a PCR também tem sido inversamente correlacionada com a aptidão física, cardiorrespiratória (SILVA *et al.*, 2014) e neuromuscular (RUIZ *et al.*, 2008) em adolescentes. Entretanto, a presente pesquisa não apresentou correlações significativas nos rapazes e moças da amostra com as variáveis de FM.

O TNF- α e a IL-6 são citocinas pró-inflamatórias que tem sido relatada com processos fisiopatológicos como RI, homeostase energética e peso corporal (COUTINHO *et al.*, 2015). Apesar de exercer função conjunta a PCR no processo pró-inflamatórios, todos os grupos desta pesquisa apresentaram concentrações semelhantes de TNF- α e IL-6. Resultados estes, divergentes na literatura, enquanto semelhante a estudo que investigou adultos normais e severamente obesos (PEREIRA *et al.*, 2014), e controversos a achados em outros estudos, em que TNF- α e a IL-6 têm sido apontadas como citocinas também presente em adultos (PARK; PARK; YU, 2005), assim como em crianças (GALCHEVA *et al.*, 2011) e adolescentes obesos (CABALLERO *et al.*, 2008; MAKNI *et al.*, 2013). Além disso, o TNF- α não apresentou correlações significativas com variáveis antropométricas e de FM dos adolescentes de ambos os sexos da presente pesquisa, assim como, a IL-6 se correlacionou apenas com as variáveis antropométricas e de %G nos rapazes de maneira fraca e positiva.

As diferenças dos resultados apresentados com a literatura podem ser parcialmente atribuídas à variável idade da amostra, pois o tempo de exposição aos efeitos do tecido adiposo possui relevância no desencadear dos processos inflamatórios. De acordo com estudos, o processo de produção destas citocinas, principalmente de pró-inflamatórias é produto oriundo do tecido adiposo visceral, que apesar de alta prevalência que vem sendo encontrada nessa população, é

possível que este processo ainda não esteja totalmente presente neste determinado momento (GALCHEVA *et al.*, 2011).

Entretanto, a secreção elevada da citocina resistina dos adipócitos, reconhecida como função pró-inflamatória que também contribui para inflamação sistêmica e a RI, apresentaram maiores concentrações no grupo de adolescentes com sobrepeso do sexo feminino em comparação as moças com peso adequado. Porém, o grupo de rapazes obesos apresentou concentração de resistina similar aos grupos sobrepeso e eutrófico. Os resultados encontrados nas moças corroborando com estudos que verificaram maiores concentrações de resistina em adolescentes masculinos e femininos obesos com Smet e somente obesos (MAKNI *et al.*, 2013), o que diverge da amostra de adolescentes do sexo masculinos do presente estudo. Além disso, esses autores encontraram correlação significativa da resistina com IMC-z, relação cintura quadril, nos obesos com Smet. Porém, na atual pesquisa a resistina correlacionou-se positivamente somente com o IMC-z e %G nas meninas. Atribui-se esta divergência às características da amostra, pois neste estudo a faixa etária de adolescentes era mais elevada que a de Makni *et al.* (2013), visto que há influência da fase puberal sobre os marcadores de RI (LEITE *et al.*, 2009b). A resistina não apresentou correlações significativas quanto a FM de ambos os grupos de adolescentes, contudo há controvérsias quanto à representatividade da resistina como marcador para a RI (HEIBRONN *et al.*, 2004).

Também conhecida por regular a sensibilidade á insulina em adultos, a IL-10 possui propriedades anti-inflamatória que atuam nos macrófagos, com função de inibir a produção de citocinas pró-inflamatórias (PEREIRA *et al.*, 2014). Em crianças e adolescentes tem sido negativamente associada com a obesidade, em que baixas concentrações de IL-10 foram verificadas em obesos e com sobrepeso comparados aos indivíduos de peso considerado normal, o que indica alteração na concentração desta citocina, é marcador de risco metabólico na população infantojuvenil (CHANG *et al.*, 2014). Embora concentrações inferiores de IL-10 tenham sido relatadas em crianças e adolescentes, na presente pesquisa tanto os grupos masculinos como os femininos foram similares quanto à expressão da citocina IL-10. Esses resultados divergem com estudo que mostrou menor concentração sanguínea de IL-10 em meninas adolescentes obesas e diabéticas em relação às meninas controles com peso saudável (ROSA *et al.*, 2011), e mulheres obesas (ESPOSITO *et al.*, 2003),

assim, justificadas pelas características dos indivíduos de cada estudo, além do tempo de exposição à obesidade no caso de indivíduos adultos.

Nesta pesquisa, a IL-10 não apresentou correlações significativas com variáveis antropométricas e com os níveis de FM, apesar disso, sugere-se que exista modulação na inibição de produção das adipocinas pró-inflamatórias, visto que, TNF- α e IL-6 encontram-se similares em ambos os grupos de adolescentes. No entanto, maior exposição à obesidade pode significar tendência ao perfil pró-inflamatório na vida adulta (PEREIRA *et al.*, 2014).

O presente estudo apresenta algumas limitações quanto a aplicação do teste de 1RM, que vem recebendo inúmeras críticas quanto à sua utilização em crianças e adolescentes, devido à suposição de que este possa causar danos estruturais no sistema musculoesquelético ou lesões nas áreas de crescimento das epífises ósseas, porém, ainda não existe suporte científico na literatura disponível até o presente momento confirmando esta hipótese (GURJÃO *et al.*, 2005). Além disso, os testes de 1RM oferecem menor sobrecarga articular em indivíduos com excesso de peso em comparação aos demais testes comumente utilizados na população infanto-juvenil (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001). Estes fatos corroboram com o que foi observado durante este estudo, não sendo relatado qualquer tipo de lesão ou fator do gênero que impedisse a continuidade dos testes. Justifica-se utilizar o teste de 1RM pela maior aplicabilidade aos profissionais da área do exercício físico, o que pode ser ferramenta importante na prescrição do exercício.

O ponto forte do presente estudo é fornecer informações pouco investigadas, ao adicionar o peso no equipamento de teste mais a massa dos membros movimentados para considerar a força máxima produzida no teste. Vale destacar que este foi o primeiro estudo que comparou a força muscular relativa pela MLG Localizada de membros superiores e inferiores atuantes no teste de força em adolescentes. Por se tratar de um estudo transversal, não pode ser estabelecida relação de causa e efeito entre a composição corporal, força muscular, marcadores inflamatórios e de RI. Assim, a avaliação da força nos diferentes segmentos pode melhor instrumentalizar a prescrição de exercícios físicos em adolescentes obesos, de forma a diagnosticar as características desse grupo, bem como garantir a

segurança na execução dos exercícios físicos mais adequados para essa população (COUTTS; MURPHY; DASCOMBE, 2004).

6. CONCLUSÃO

Neste estudo, o comportamento da força muscular apresentou-se de maneira diferente entre os sexos, pois o grupo de adolescentes obesas obteve os maiores índices de FM e MLG de membros superiores e inferiores em relação aos grupos femininos com sobrepeso e eutrófico. Provavelmente, as meninas obesas apresentaram efeito da sobrecarga corporal no aumento da MLG e da FM, enquanto que entre os meninos não houve a contribuição da gordura corporal como uma forma de sobrecarga nas atividades diárias, sendo similares aos eutróficos quanto à FM absoluta. A FM mostrou-se diretamente correlacionada com a quantidade de MLG, em ambos os grupos e gêneros.

A força muscular quando foi corrigida pela massa corporal, apresentou-se menor nos grupos obeso e com sobrepeso do que em eutróficos, tanto em moças como em rapazes. Porém, um dos principais achados desse estudo foi demonstrar que a FM de membros superiores e inferiores quando corrigida pela MLG total e localizada não diferenciou rapazes e moças com obesidade e sobrepeso dos eutróficos. Desta forma, a obesidade não influenciou de maneira negativa a geração de força muscular em adolescentes obesos da amostra estudada, porém os adolescentes obesos apresentaram elevadas concentrações de marcadores pró-inflamatórios como a leptina e resistina, assim como marcadores de RI e SI, representados respectivamente, pelo maior índice HOMA-IR e menor índice QUICKI.

Esta pesquisa possui resultados relevantes para compreensão dos efeitos da adiposidade corporal nos adolescentes, pois, em ambos os sexos, as variáveis IMC-z, CA e MG foram diretamente correlacionadas com marcadores de RI, principalmente com a leptina, e inversamente com os pró-inflamatórios. Resultados que reforçam a importância da avaliação das variáveis antropométricas para o diagnóstico dos fatores de risco cardiovasculares.

Conclui-se que a força muscular não é influenciada pelos indicadores da composição corporal, quando sua mensuração é corrigida pela MLG. Existem diferenças no comportamento da FM em relação às variáveis metabólicas e inflamatórias ao considerar os sexos, pois as meninas apresentaram correlação

direta da FM com marcadores de RI e leptina, provavelmente porque apresentavam maior FM do que as eutróficas. Enquanto que os grupos masculinos foram semelhantes quanto à força muscular e MLG, independente da adiposidade, em que não houve correlação da FM com marcadores de RI e inflamatórios.

Desta forma, a FM parece ser medida indireta, que deve ser avaliada e relativa ao grau de obesidade e MLG, para que a avaliação da força muscular seja utilizada como ferramenta prática e acessível no acompanhamento de fatores de risco cardiovasculares em adolescentes, bem como considerar a influência do excesso adiposo como sobrecarga diária para o desenvolvimento da FM e MLG, o que ficou evidente entre as meninas da presente amostra. Portanto, sugerem-se novos estudos a fim de esclarecer a possível contribuição da FM como fator protetor aos processos inflamatório e de RI.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A K.; JANEWAY, C. A. Immunology: improving on nature in the twenty-first century. **Cell Press Journal**, v. 100, n. 1, p. 129–138, 2000.
- ABDELMOULA, A.; MARTIN, V.; BOUCHANT, A.; et al. Knee extension strength in obese and nonobese male adolescents. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 2, p. 269–275, 2012.
- ABESO. **Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2009/2010**. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica, 2009. [Online]. Available from: URL: http://www.abeso.org.br/pdf/diretrizes_brasileiras_obesidade_2009_2010_1.pdf [Accessed Mar. 19, 2015].
- AGIRBASLI, M.; AGAOGLU, N. B.; ERGONUL, O.; et al. Comparison of anthropometric indices in predicting metabolic syndrome components in children. **Metabolic syndrome and related disorders**, v. 9, n. 6, p. 453–9, 2011.
- ALEMZADEH, R.; KICHLER, J. Parathyroid hormone is associated with biomarkers of insulin resistance and inflammation, independent of vitamin D status, in obese adolescents. **Metabolic syndrome and related disorders**, v. 10, n. 6, p. 422–429, 2012.
- ALIKAŞIFOĞLU, A.; GÖNÇ, N.; ÖZÖN, Z. A.; SEN, Y.; KANDEMİR, N. The relationship between serum adiponectin, tumor necrosis factor-alpha, leptin levels and insulin sensitivity in childhood and adolescent obesity: adiponectin is a marker of metabolic syndrome. **Journal of clinical research in pediatric endocrinology**, v. 1, n. 5, p. 233–9, 2009.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, American Heart Association. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the american college of sports medicine and the american heart association. **Circulation**, n.116, p. 1094-1105, 2007
- ARRUDA, G. A. DE; PIANCA, H. J. C.; OLIVEIRA, A. R. DE. Correlação do teste de 1RM com aspectos maturacionais, neuromotores, antropométricos e a composição corporal em crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 17, n. 3, p. 179–183, 2011.
- ARTERO, E. G.; ESPAÑA-ROMERO, V.; JIMÉNEZ-PAVÓN, D.; et al. Muscular fitness, fatness and inflammatory biomarkers in adolescents. **Pediatric Obesity**, v. 9, n. 5, p. 391–400, 2014.
- ARTERO, E. G.; LEE, D. C.; LAVIE, C. J.; et al. Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 32, n. 6, p. 351–358, 2012.

ARTERO, E. G.; RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; et al. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: The HELENA study. **Pediatric Diabetes**, v. 12, n. 8, p. 704–712, 2011.

ASAYAMA, K.; HAYASHIBE, H.; DOBASHI, K.; et al. Decrease in serum adiponectin level due to obesity and visceral fat accumulation in children. **Obesity research**, v. 11, n. 9, p. 1072–1079, 2003.

AUCOUTURIER, J.; MEYER, M.; THIVEL, D.; TAILLARDAT, M.; DUCHÉ, P. Effect of android to gynoid fat ratio on insulin resistance in obese youth. **Archives of pediatrics and adolescent medicine**, v. 163, n. 9, p. 826–831, 2009.

BARTOSH, S. M.; ARONSON, A. J. Childhood hypertension. An update on etiology, diagnosis, and treatment. **Pediatric clinics of North America**, v. 46, n. 2, p. 235–52, 1999.

BENSON, A. C.; TORODE, M. E.; FIATARONE SINGH, M. A. Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: A systematic review. **Obesity Reviews**, v. 9, n. 1, p. 43–66, 2008.

BENSON, A. C.; TORODE, M. E.; FIATARONE SINGH, M. A. A rationale and method for high-intensity progressive resistance training with children and adolescents. **Contemporary Clinical Trials**, v. 28, n. 4, p. 442–450, 2007.

BENSON, A. C.; TORODE, M. E.; SINGH, M. A. F. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. **International journal of pediatric obesity: IJPO: an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 1, n. 4, p. 222–231, 2006.

BIELEMANN, R. M.; MOTTA, J. V. S.; MINTEN, G. C.; HORTA, B. L.; GIGANTE, D. P. Consumption of ultra-processed foods and their impact on the diet of young adults. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 1–10, 2015.

BOEKE, C. E.; OKEN, E.; KLEINMAN, K. P.; et al. Correlations among adiposity measures in school-aged children. **BioMed Central pediatrics**, v. 13, n. 1, p. 99, 2013. BMC Pediatrics.

BORG, M. L.; OMRAN, S. F.; WEIR, J.; MEIKLE, P. J.; WATT, M. J. Consumption of a high-fat diet, but not regular endurance exercise training, regulates hypothalamic lipid accumulation in mice. **The Journal of physiology**, v. 590, n. Pt 17, p. 4377–89, 2012.

BRAMBILLA, P.; POZZOBON, G.; PIETROBELLI, A. Physical activity as the main therapeutic tool for metabolic syndrome in childhood. **International journal of obesity (2005)**, v. 35, n. 1, p. 16–28, 2011..

BRASIL, A. R.; NORTON, R. C.; ROSSETTI, M. B.; LEÃO, E.; MENDES, R. P. C-reactive protein as an indicator of low intensity inflammation in children and adolescents with and without obesity. **Jornal de Pediatria**, v. 83, n. 5, p. 477–480, 2007.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Accurate Assessment of Muscular Strength and Power JEPonline Journal of Exercise Physiologyonline ASEP Procedures Recommendation ASEP PROCEDURES RECOMMENDATION I: ACCURATE ASSESSMENT OF MUSCULAR STRENGTH AND POWER. **An International Electronic Journal**, v. 4, n. 3, p. 1–21, 2001.

BULLÓ, M.; GARCÍA-LORDA, P.; MEGIAS, I.; SALAS-SALVADÓ, J. Systemic inflammation, adipose tissue tumor necrosis factor, and leptin expression. **Obesity research**, v. 11, n. 4, p. 525–531, 2003.

CABALLERO, A. E.; BOUSQUET-SANTOS, R.; ROBLES-OSORIO, L.; et al. Overweight latino children and adolescents have marked endothelial dysfunction and subclinical vascular inflammation in association with excess body fat and insulin resistance. **Diabetes Care**, v. 31, n. 3, p. 576–582, 2008.

CAMBULI, V. M.; MUSIU, M. C.; INCANI, M.; et al. Assessment of adiponectin and leptin as biomarkers of positive metabolic outcomes after lifestyle intervention in overweight and obese children. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 93, n. 8, p. 3051–3057, 2008.

CHANG, J.-S.; BAI, C.-H.; HUANG, Z.-C.; et al. Interleukin 10 and clustering of metabolic syndrome components in pediatrics. **European journal of clinical investigation**, v. 44, n. 4, p. 384–94, 2014.

CHRISTOFARO, D. G. D.; FERNANDES, R. A.; POLITO, M. D.; et al. A comparison between overweight cutoff points for detection of high blood pressure in adolescents. **Jornal de pediatria**, v. 85, n. 4, p. 353–358, 2009.

COLE, T. J. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, v. 320, n. 7244, p. 1240–1240, 2000.

COOK, S.; WEITZMAN, M.; AUINGER, P.; NGUYEN, M.; DIETZ, W. H. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**, v. 157, p. 1988–1994, 2003.

COUTINHO, P. R.; LEITE, N.; LOPES, W. A.; et al. Association between adiposity indicators, metabolic parameters and inflammatory markers in a sample of female adolescents. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 59, n. 4, p. 325–334, 2015.

COUTTS, A. J.; MURPHY, A. J.; DASCOMBE, B. J. Effect of direct supervision of a strength coach on measures of muscular strength and power in young rugby league players. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 18, n. 2, p. 316–323, 2004.

CROYMANS, D. M.; PAPARISTO, E.; LEE, M. M.; et al. Resistance training improves indices of muscle insulin sensitivity and β -cell function in overweight/obese, sedentary young men. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 115, n. 9, p. 1245–53, 2013.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. 2006.

DEURENBERG, P.; DEURENBERG YAP, M.; WANG, J.; LIN, F. P.; SCHMIDT, G. The impact of body build on the relationship between body mass index and percent body fat. **International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 23, n. 5, p. 537–542, 1999.

DIAS, D. F.; LOCH, M. R.; RONQUE, E. R. V. Barreiras percebidas à prática de atividades físicas no lazer e fatores associados em adolescentes. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, n. 11, p. 3339–3350, 2015.

DIAS, R. M. R.; CYRINO, E. S.; SALVADOR, E. P.; et al. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 4, p. 224–228, 2005.

ENGELN, M. P. K. J.; SCHRODER, R.; VAN DER HOORN, K.; DEUTZ, N. E. P.; COM, G. Use of body mass index percentile to identify fat-free mass depletion in children with cystic fibrosis. **Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 31, n. 6, p. 927–33, 2012.

ERVIN, R. B.; FRYAR, C. D.; WANG, C.-Y.; MILLER, I. M.; OGDEN, C. L. Strength and Body Weight in US Children and Adolescents. **Pediatrics**, v. 134, n. 3, p. e782–e789, 2014.

ESPOSITO, K.; PONTILLO, A.; GIUGLIANO, F.; et al. Association of low interleukin-10 levels with the metabolic syndrome in obese women. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 88, n. 3, p. 1055–1058, 2003.

FAIGENBAUM, A. D.; MILLIKEN, L. A.; WESTCOTT, W. L. Maximal Strength Testing in Healthy Children. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 162, 2003.

FALKNER, B.; GIDDING, S. S.; PORTMAN, R.; ROSNER, B. Blood pressure variability and classification of prehypertension and hypertension in adolescence. **Pediatrics**, v. 122, n. 2, p. 238–242, 2008.

FARIAS, J. P.; FARIA, W. F.; ELIAS, R. G. M.; et al. Correlação da força muscular com indicadores antropométricos , estágio maturacional e testes neuromotores em adolescentes. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 23, n. 2, p. 81–88, 2015.

FERNÁNDEZ, J. R.; REDDEN, D. T.; PIETROBELLI, A.; ALLISON, D. B. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. **The Journal of Pediatrics**, v. 145, n. 4, p. 439–444, 2004.

FITNESS, C. O. S. M. A. Strength Training by Children and Adolescents. **Pediatrics**, v. 107, n. 6, p. 1470–1472, 2001.

FONSECA, V. D. M.; SICHIERI, R.; VEIGA, G. V. DA. Factors associated with obesity among adolescents. **Revista de saúde pública**, v. 32, n. 6, p. 541–9, 1998.

FONSECA-ALANIZ, M. H.; TAKADA, J.; ALONSO-VALE, M. I. C.; LIMA, F. B. O tecido adiposo como centro regulador do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 216–229, 2006.

FRANCISCO, G.; HERNÁNDEZ, C.; SIMÓ, R. Serum markers of vascular inflammation in dyslipemia. **Clinica Chimica Acta**, v. 369, n. 1, p. 1–16, 2006.

FREEDMAN, D. S.; PATEL, D. A.; SRINIVASAN, S. R.; et al. The contribution of childhood obesity to adult carotid intima-media thickness: the Bogalusa Heart Study. **International journal of obesity (2005)**, v. 32, n. 5, p. 749–756, 2008.

GALCHEVA, S. V.; IOTOVA, V. M.; YOTOV, Y. T.; BERNASCONI, S.; STREET, M. E. Circulating proinflammatory peptides related to abdominal adiposity and cardiometabolic risk factors in healthy prepubertal children. **European Journal of Endocrinology**, v. 164, n. 4, p. 553–558, 2011.

GARCÍA-ARTERO, E.; ORTEGA, F. B.; RUIZ, J. R.; et al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). **Revista Española de Cardiología**, v. 60, p. 581–588, 2007.

GELONEZE, B.; TAMBASCIA, M. A. Avaliação laboratorial e diagnóstico da resistência insulínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 208–215, 2006.

GLEESON, M.; BISHOP, N. C.; STENSEL, D. J.; et al. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nature reviews. Immunology**, v. 11, n. 9, p. 607–615, 2011.

GOBATO, A. O.; ANA CAROLINA J. VASQUES; ZAMBON, M. P.; FILHO, A. DE A. B.; HESSEL, G. Síndrome metabólica e resistência à insulina em adolescentes obesos. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 1, p. 55–62, 2014.

GONG, J.; XU, Y.; GUO, B.; XU, H. DXA Femoral Neck Strength Analysis in Chinese Overweight and Normal Weight Adolescents. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 15, n. 2, p. 146–151, 2012.

GOODSON, J. M.; KANTARCI, A.; HARTMAN, M.-L.; et al. Metabolic disease risk in children by salivary biomarker analysis. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. e98799, 2014.

GRACIA-MARCO, L.; REY-LÓPEZ, J. P.; SANTALIESTRA-PASÍAS, A. M.; et al. Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: the HELENA Cross-Sectional Study. **BioMed Central public health**, v. 12, p. 971, 2012.

GRØNTVED, A.; RIED-LARSEN, M.; EKELUND, U.; et al. Independent and combined association of muscle strength and cardiorespiratory fitness in youth with insulin resistance and β -cell function in young adulthood: The european youth heart study. **Diabetes Care**, v. 36, n. 9, p. 2575–2581, 2013.

GUEDES, D. P. Implicações associadas ao acompanhamento do desempenho motor de crianças e adolescentes. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 21, p. 37–60, 2007.

GUINHOYA, B. C. Physical activity in the prevention of childhood obesity. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 26, n. 5, p. 438–447, 2012.

GURJÃO, A. L. D.; CYRINO, E. S.; FLÁVIO, L.; et al. Variation of the muscular strength in repetitive 1-RM test in prepubescent children *. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 6, p. 292–296, 2005.

GUTIN, B.; YIN, Z.; HUMPHRIES, M. C.; et al. Relations of Body Fatness and Cardiovascular Fitness to Lipid Profile in Black and White Adolescents. **Pediatric Research**, v. 58, n. 1, p. 78–82, 2005.

HEIJDEN, G. VAN DER; WANG, Z. J.; CHU, Z.; et al. Sensitivity in Obese Youth. **Medicine and science in sports and exercise**. 2010, v. 42, n. 11, p. 1973–1980, 2011.

HERNÁN JIMÉNEZ, Ó.´; RAMÍREZ-VÉLEZ, R. El entrenamiento con pesas mejora la sensibilidad a la insulina y los niveles plasmáticos de lípidos, sin alterar la composición corporal en sujetos con sobrepeso y obesidad. **Endocrinología y Nutrición**, v. 58, n. 4, p. 169–174, 2011.

HUANG, K.; LIN, R. C. Y.; KORMAS, N.; et al. Plasma leptin is associated with insulin resistance independent of age, body mass index, fat mass, lipids, and pubertal development in nondiabetic adolescents. **International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 28, n. 4, p. 470–5, 2004.

HUANG, P. L. eNOS, metabolic syndrome and cardiovascular disease. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, v. 20, n. 6, p. 295–302, 2009.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Despesas, Rendimentos e Condições de Vida**. 2010.

ITEM, F.; KONRAD, D. Visceral fat and metabolic inflammation: The portal theory revisited. **Obesity Reviews**, v. 13, n. SUPPL.2, p. 30–39, 2012.

JIMÉNEZ-PAVÓN, D.; ORTEGA, F. B.; ARTERO, E. G.; et al. Physical Activity, Fitness, and Serum Leptin Concentrations in Adolescents. **The Journal of Pediatrics**, v. 160, n. 4, p. 598–603.e2, 2012.

JIMÉNEZ-PAVÓN, D.; ORTEGA, F. B.; VALTUEÑA, J.; et al. Muscular strength and markers of insulin resistance in European adolescents: The HELENA Study. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 7, p. 2455–2465, 2012.

JONGH, R. T.; SERNE, E. H.; IJZERMAN, R. G.; DE VRIES, G.; STEHOUWER, C. D. A. Free Fatty Acid Levels Modulate Microvascular Function: Relevance for Obesity-Associated Insulin Resistance, Hypertension, and Microangiopathy. **Diabetes**, v. 53, n. 11, p. 2873–2882, 2004.

KADOWAKI, T.; YAMAUCHI, T.; KUBOTA, N.; et al. Review series Adiponectin and adiponectin receptors in insulin resistance , diabetes , and the metabolic syndrome. **The journal of clinical investigation**, v. 116, n. 7, p. 1784–1792, 2006.

KANTOR, E. D.; GIOVANNUCCI, E. Adolescent Obesity and Inflammation in Relation to Colorectal Cancer Risk: Recent Findings and Future Implications. **CHILDHOOD OBESITY**, v. 11, n. 4, p. 335–337, 2015.

KATZ, A.; NAMBI, S. S.; MATHER, K.; et al. Quantitative Insulin Sensitivity Check Index: A Simple, Accurate Method for Assessing Insulin Sensitivity In Humans. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 85, n. 7, p. 2402–2410, 2000.

KERN, P. A.; SIMSOLO, R. B.; FOURNIER, M. Effect of weight loss on muscle fiber type, fiber size, capillarity, and succinate dehydrogenase activity in humans. **Journal of clinical endocrinology and metabolism**, v. 84, n. 11, p. 4185–4190, 1999.

KIM, Y.; PARK, H. Does regular exercise without weight loss reduce insulin resistance in children and adolescents? **International Journal of Endocrinology**, v. 2013, 2013.

LAFORTUNA, C. L.; MAFFIULETTI, N. A.; AGOSTI, F.; SARTORIO, A. Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 7, p. 833–841, 2005.

LANDRY, B. W.; DRISCOLL, S. W. Physical activity in children and adolescents. **Physical medicine and rehabilitation: the journal of injury, function, and rehabilitation**, v. 4, n. 11, p. 826–32, 2012.

LEE, K. J.; SHIN, Y. A.; LEE, K. Y.; JUN, T. W.; SONG, W. Aerobic exercise training-induced decrease in plasma visfatin and insulin resistance in obese female adolescents. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 4, p. 275–281, 2010.

LEE, S.; GALLAGHER, D. Assessment methods in human body composition. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 11, n. 5, p. 1–12, 2008.

LEE, S.; GUNGOR, N.; BACHA, F.; ARSLANIAN, S. Insulin Resistance: Link to the components of the metabolic syndrome and biomarkers of endothelial dysfunction in youth. **Diabetes Care**, v. 30, n. 8, p. 2091–2097, 2007.

LEE, S.; KIM, Y.; WHITE, D. A.; KUK, J. L.; ARSLANIAN, S. Relationships between insulin sensitivity, skeletal muscle mass and muscle quality in obese adolescent boys. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, n. 12, p. 1366–1368, 2012.

LEITE, N. Obesidade Infanto-Juvenil: Efeitos Da Atividade Física E Da Orientação Nutricional Sobre Neiva Leite Obesidade Infanto-Juvenil: Efeitos Da Atividade. **UFPR**, 2005.

LEITE, N.; CIESLAK, F.; MILANO, G. E.; et al. Associação entre o perfil lipídico e medidas antropométricas indicadoras de adiposidade em adolescentes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 2, p. 127–133, 2009a.

LEITE, N.; MILANO, G. E.; CIESLAK, F.; STEFANELLO, J. M. F.; RADOMINSKI, R. B. Aptidão cardiorrespiratória , perfil lipídico e metabólico em adolescentes obesos e não-obesos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 23, p. 275–282, 2009b.

LEITE, N.; MOSER, D. C.; GÓES, S. M.; et al. Medidas hipertensivas e excesso de peso em escolares da rede pública de Curitiba-PR. **Fisioterapia em Movimento**, v. 22, n. 4, p. 477–487, 2009c.

LLOYD, L. J.; LANGLEY-EVANS, S. C.; MCMULLEN, S. Childhood obesity and risk of the adult metabolic syndrome: a systematic review. **International Journal of Obesity**, v. 36, n. 1, p. 1–11, 2012.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardization reference manual. **Human Kinetics Books**, 1988.

LOPES, W. A.; LEITE, N.; SILVA, L. R. DA; et al. Influence of obesity on the upper and lower body muscular strength in adolescents. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 18, n. 6, p. 720–729, 2013.

LOPES, W. A.; LEITE, N.; DA SILVA, L. R.; et al. Effects of 12 weeks of combined training without caloric restriction on inflammatory markers in overweight girls. **Journal of Sports Sciences**, v. 0414, n. February, p. 1–11, 2016.

LUCENA, J. M. S.; CHENG, L. A.; CAVALCANTE, T. L. M.; SILVA, V. A.; FARIAS JÚNIOR, C. Prevalência de tempo excessivo de tela e fatores associados em adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 33, n. 4, p. 1–8, 2015.

MACHADO-RODRIGUES, A. M.; LEITE, N.; COELHO-E-SILVA, M. J.; et al. Metabolic risk and television time in adolescent females. **International Journal of Public Health**, v. 60, n. 2, p. 157–165, 2014.

MADEIRA, I. R.; MIRANDA CARVALHO, C. N.; GAZOLLA, F. M.; et al. Operating Characteristic (ROC) na Detecção de Síndrome. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 52, p. 1466–1473, 2008.

MAKNI, E.; MOALLA, W.; BENEZZEDDINE-BOUSSAIDI, L.; et al. Correlation of Resistin with Inflammatory and Cardiometabolic Markers in Obese Adolescents with and without Metabolic Syndrome. **Obesity Facts**, v. 6, n. 4, p. 393–404, 2013.

MANY, G.; HURTADO, M.-E.; TANNER, C.; et al. Moderate-intensity aerobic training program improves insulin sensitivity and inflammatory markers in a pilot study of morbidly obese minority teens. **Pediatric exercise science**, v. 25, n. 1, p. 12–26, 2013.

MARTINEZ-GOMEZ, D.; EISENMANN, J. C.; GOMEZ-MARTINEZ, S.; et al. Associations of physical activity and fitness with adipocytokines in adolescents: The AFINOS study. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 22, n. 3, p. 252–259, 2012.

MARTINS, C.; MORGAN, L.; TRUBY, H. A review of the effects of exercise on appetite regulation: an obesity perspective. **International journal of obesity (2005)**, v. 32, n. 9, p. 1337–1347, 2008.

MARTINS, I. S.; MARINHO, S. P. O potencial diagnóstico dos indicadores da obesidade centralizada. **Revista de Saude Publica**, v. 37, n. 6, p. 760–767, 2003.

MARX, J. Unraveling the causes of diabetes. **Science (New York, N.Y.)**, v. 296, n. 5568, p. 686–689, 2002.

MATSUZAWA, Y.; FUNAHASHI, T.; KIHARA, S.; SHIMOMURA, I. Adiponectin and Metabolic Syndrome. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 24, n. 1, p. 29–33, 2004.

MEDEIROS, C. C. M.; ALESSANDRA TEIXEIRA RAMOS; CARDOSO, M. A. A.; et al. Resistência Insulínica e sua Relação com os Componentes da Síndrome Metabólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 5, n. 97, p. 380–389, 2011.

MESA, J. L.; RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; et al. Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: influence of weight status. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD**, v. 16, n. 4, p. 285–93, 2006.

MINIELLO, V. L.; FAIENZA, M. F.; SCICCHITANO, P.; et al. Insulin resistance and endothelial function in children and adolescents. **International Journal of Cardiology**, v. 174, n. 2, p. 343–347, 2014.

MINISTÉRIO DA SAUDE. **Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde Departamento de Atenção Básica**. 2011.

MOLINER-URDIALES, D.; RUIZ, J. R.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; et al. Associations of muscular and cardiorespiratory fitness with total and central body fat in adolescents: the HELENA study. **British journal of sports medicine**, v. 45, n. 2, p. 101–108, 2011.

MONTEIRO, A. B.; FILHO, J. F. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 4, n. 1, p. 80–92, 2002.

MONTEIRO, C. A.; MOURA, E. C.; CONDE, W. L.; POPKIN, B. M. Socioeconomic status and obesity in adult populations of developing countries: A review. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 82, n. 12, p. 940–946, 2004.

MONTERO, D.; WALTHER, G.; PEREZ-MARTIN, A.; ROCHE, E.; VINET, A. Endothelial dysfunction, inflammation, and oxidative stress in obese children and adolescents: Markers and effect of lifestyle intervention. **Obesity Reviews**, v. 13, n. 5, p. 441–455, 2012.

MORAES, A. C. F.; FADONI, R. P.; RICARDI, L. M.; et al. Prevalence of abdominal obesity in adolescents: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 2, p. 69–77, 2011.

NASCIMENTO, C. M. O. DO; RIBEIRO, E. B.; OYAMA, L. M. Metabolism and secretory function of white adipose tissue: effect of dietary fat. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, n. 3, p. 453–466, 2009.

NISHIMURA, R.; SANO, H.; MATSUDAIRA, T.; et al. Changes in body mass index, leptin and adiponectin in Japanese children during a three-year follow-up period: a population-based cohort study. **Cardiovascular diabetology**, v. 8, p. 30, 2009.

OGDEN, C. L. Prevalence of Obesity and Trends in Body Mass Index Among US Children and Adolescents, 1999-2010. **The Journal of the American Medical Association**, v. 307, n. 5, p. 483, 2012.

OLIVEIRA, C. L.; FISBERG, M. Obesidade na infância e adolescência: uma verdadeira epidemia. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 47, n. 2, p. 107–108, 2003.

OLIVEIRA, C. L.; MELLO, M. T.; CINTRA, I. DE P.; FISBERG, M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 237–245, 2004.

ORGANIZATION, P. A. H. 154th Session Of the Executive Committee. **WHO: World Health Organization**, v. 19, n. June, p. 16–20, 2014.

ORTEGA, F. B.; RUIZ, J. R.; CASTILLO, M. J.; SJÖSTRÖM, M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. **International journal of obesity (2005)**, 2008.

ORTEGA, F. B.; RUIZ, J. R.; HURTIG-WENNLÖF, A; et al. Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents: the European Youth Heart Study. **British journal of sports medicine**, v. 44, n. 4, p. 256–262, 2010.

ORTEGA, F. B.; TRESACO, B.; RUIZ, J. R.; et al. Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. **Obesity**, v. 15, n. 6, p. 1589–1599, 2007.

OUCHI, N.; KIHARA, S.; FUNAHASHI, T.; MATSUZAWA, Y.; WALSH, K. Obesity, adiponectin and vascular inflammatory disease. **Current opinion in lipidology**, v. 14, n. 6, p. 561–566, 2003.

PARK, H. S.; PARK, J. Y.; YU, R. Relationship of obesity and visceral adiposity with serum concentrations of CRP, TNF-alfa and IL-6. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 69, n. 1, p. 29–35, 2005.

PAVÃO, F. H.; SCHIAVONI, D.; PIZZI, J.; SILVA, K. E. DE S.; JUNIOR, H. S. Dislipidemia em adolescentes residentes em um município do Paraná e sua associação com a obesidade abdominal. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 26, n. 3, p. 473–481, 2015.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 8, n. 8, p. 457–465, 2012.

PELEGRINI, A.; AUGUSTO, D.; SILVA, S.; et al. Indicadores antropométricos de obesidade na predição de gordura corporal elevada em adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 33, n. 1, p. 56–62, 2015.

PEREIRA, L. O.; FRANCISCHI, R. P. DE; LANCH A JR., A. H. Obesidade: hábitos nutricionais, sedentarismo e resistência à insulina. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 47, n. 2, p. 111–127, 2003.

PEREIRA, S.; TEIXEIRA, L.; AGUILAR, E.; et al. Modulation of adipose tissue inflammation by FOXP3+ Treg cells, IL-10, and TGF- β in metabolically healthy class III obese individuals. **Nutrition**, v. 30, n. 7-8, p. 784–790, 2014.

PEREIRA-LANCH A, L. O.; CAMPOS-FERRAZ, P. L.; LANCH A, A. H. Obesity: Considerations about etiology, metabolism, and the use of experimental models. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy**, v. 5, p. 75–87, 2012.

PETROSKI, E. L.; SILVA, A. F. DA; RODRIGUES, A. B.; PELEGRINI, A. Aptidão física relacionada a saúde em adolescentes brasileiros residentes em áreas de médio/baixo índice de desenvolvimento humano. **Revista de Salud Pública**, v. 13, n. 2, p. 219–228, 2011.

PRADHAN, A. D.; RIDKER, P. M. Do atherosclerosis and type 2 diabetes share a common inflammatory basis? **European Heart Journal**, v. 23, n. 11, p. 831–834, 2002.

PRADO, W. L.; LOFRANO, M. C.; OYAMA, L. M.; DÂMASO, A. R. Obesidade e adipocinas inflamatórias: Implicações práticas para a prescrição de exercício. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 5, p. 378–383, 2009.

PREIS, S. R.; MASSARO, J. M.; ROBINS, S. J.; et al. Abdominal Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue and Insulin Resistance in the Framingham Heart Study. **Obesity**, v. 18, n. 11, p. 2191–2198, 2010.

RADZIUK, J. Homeostatic model assessment and insulin sensitivity/resistance. **Diabetes**, v. 63, n. 6, p. 1850–1854, 2014.

RAUCH, R.; VEILLEUX, L. N.; RAUCH, F.; et al. Muscle force and power in obese and overweight children. **Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions**, v. 12, n. 2, p. 80–83, 2012.

REAVEN, G. M. Role of Insulin Resistance in Human Disease. **Diabetes**, v. 37, n. 12, p. 1595–1607, 1988.

RENALDI, O.; PRAMONO, B.; SINORITA, H.; et al. Hypoadiponectinemia: a risk factor for metabolic syndrome. **Acta Med Indones**, v. 41, n. 1, p. 20–24, 2009.

REXRODE, K. M.; PRADHAN, A.; MANSON, J. E.; BURING, J. E.; RIDKER, P. M. Relationship of total and abdominal adiposity with CRP and IL-6 in women. **Annals of Epidemiology**, v. 13, n. 10, p. 674–682, 2003.

RIDKER, P. M. Clinical application of C-reactive protein for cardiovascular disease detection and prevention. **Circulation**, v. 107, n. 3, p. 363–369, 2003.

RIVERA, J. Á.; DE COSSÍO, T. G.; PEDRAZA, L. S.; et al. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. **The lancet. Diabetes and endocrinology**, v. 2, n. 4, p. 321–32, 2014.

ROBERTA, G. Prevalência de hipertensão arterial e seus fatores de risco em adolescentes. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 28, n. 1, p. 81–86, 2015.

ROSA, J. S.; HEYDARI, S.; OLIVER, S. R.; et al. Inflammatory cytokine profiles during exercise in obese, diabetic, and healthy children. **Journal of clinical research in pediatric endocrinology**, v. 3, n. 3, p. 115–21, 2011.

RUBIN, D. A.; MCMURRAY, R. G.; HARRELL, J. S.; et al. The association between insulin resistance and cytokines in adolescents: the role of weight status and exercise. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 57, n. 5, p. 683–690, 2008.

RUIZ, J. R.; CASTRO-PIÑERO, J.; ARTERO, E. G.; et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. **British journal of sports medicine**, v. 43, n. 12, p. 909–923, 2009.

RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; WÄRNBERG, J.; et al. Inflammatory proteins and muscle strength in adolescents: the Avena study. **Archives of pediatrics and adolescent medicine**, v. 162, n. 5, p. 462–468, 2008.

RUIZ, J. R.; RIZZO, N. S.; HURTIG-WENNLÖF, A.; et al. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: The European Youth Heart Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 2, p. 299–303, 2006.

SANTOS, M. G. DOS; PEGORARO, M.; SANDRINI, F.; MACUCO, E. C. Desenvolvimento da aterosclerose na infância-Artigo de Revisão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 4, p. 301–308, 2008.

SCHWANDT, P.; KELISHADI, R.; RIBEIRO, R. Q. C.; HAAS, G.-M.; POURSAFA, P. A three-country study on the components of the metabolic syndrome in youths: the BIG Study. **International journal of pediatric obesity: IJPO: an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 5, n. 4, p. 334–341, 2010.

SHIH, K. C.; JANCKILA, A. J.; KWOK, C. F.; et al. Effects of exercise on insulin sensitivity, inflammatory cytokines, and serum tartrate-resistant acid phosphatase 5a in obese Chinese male adolescents. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 59, n. 1, p. 144–151, 2010.

SHOELSON, S. E.; HERRERO, L.; NAAZ, A. Obesity, Inflammation, and Insulin Resistance. **Gastroenterology**, v. 132, n. 6, p. 2169–2180, 2007.

SHOELSON, S. E.; LEE, J.; GOLDFINE, A. B. Review series Inflammation and insulin resistance. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 116, n. 7, p. 1793–1801, 2006.

SILVA, L. R.; CAVAGLIERI, C.; LOPES, W. A.; et al. Endothelial wall thickness, cardiorespiratory \nfitness and inflammatory markers in obese \nand non-obese adolescents. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 1, p. 47–55, 2014.

SILVA, L. R.; STEFANELLO, J. M. F.; PIZZI, J.; TIMOSSO, L. S.; LEITE, N. Aterosclerose subclínica e marcadores inflamatórios em crianças e adolescentes obesos e não obesos Atherosclerosis subclinical and. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, n. 4, p. 804–816, 2012.

SOLE, G.; HAMRÉN, J.; MILOSAVLJEVIC, S.; NICHOLSON, H.; SULLIVAN, S. J. Test-Retest Reliability of Isokinetic Knee Extension and Flexion. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 5, p. 626–631, 2007.

SOROF, J. M.; LAI, D.; TURNER, J.; POFFENBARGER, T.; PORTMAN, R. J. Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. **Pediatrics**, v. 113, n. 3 Pt 1, p. 475–82, 2004.

SRIKANTHAN, P.; KARLAMANGLA, A. S. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third national health and nutrition examination survey. **The Journal of clinical endocrinology and metabolism**, v. 96, n. 9, p. 2898–2903, 2011.

STEENE-JOHANNESSEN, J.; ANDERSSSEN, S. A.; KOLLE, E.; ANDERSEN, L. B. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1361–1367, 2009.

SUDER, A.; PLONKA, M.; JAGIELSKI, P.; PIORECKA, B.; GLODZIK, J. Physiological and environmental factors associated with central fat distribution in pubertal girls. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 66, n. 3, p. 463–470, 2015.

TAM, C. S.; CLÉMENT, K.; BAUR, L. A.; TORDJMAN, J. Obesity and low-grade inflammation: a paediatric perspective. **Obesity Reviews**, v. 11, n. 2, p. 118–126, 2010.

TANNER, J. M. Normal growth and techniques of growth assessment. **Clinics in endocrinology and metabolism**, v. 15, n. 3, p. 411–451, 1986.

TERRERI, A. S. A. P.; GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 5, p. 170–174, 2001.

TONSON, A.; RATEL, S.; FUR, Y. LE; COZZONE, P.; BENDAHAN, D. Effect of maturation on the relationship between muscle size and force production. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 5, p. 918–925, 2008.

TSIROS, M. D.; COATES, A. M.; HOWE, P. R. C.; et al. Knee extensor strength differences in obese and healthy-weight 10-to 13-year-olds. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 6, p. 1415–1422, 2013.

VÁZQUEZ-VELA, M. E. F.; TORRES, N.; TOVAR, A. R. White Adipose Tissue as Endocrine Organ and Its Role in Obesity. **Archives of Medical Research**, v. 39, n. 8, p. 715–728, 2008.

WADA, R.; TEKIN, E. Body composition and wages. **Economics and human biology**, v. 8, n. 2, p. 242–54, 2010.

WALSH, N.; GLEESON, M. M.; SHEPHARD, R. Position statement part one: immune function and exercise. **Exercise Immunology Review**, v. 17, p. 6–63, 2011.

WERNECK, A. O.; SILVA, D. R. P.; SOUZA, M. F.; et al. Correlates of Blood Pressure According to Early, On Time, and Late Maturation in Adolescents. **The Journal of Clinical Hypertension**, 2015.

WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. **World Health Organization technical report series**, v. 894, p. i–xii, 1–253, 2000.

WHO. Global status report on noncommunicable diseases 2010. **World Health Organization**, p. 176, 2010.

WILSON, J. P.; MULLIGAN, K.; FAN, B.; et al. Dual-energy X-ray absorptiometry-based body volume measurement for 4-compartment body composition. **The American journal of clinical nutrition**, v. 95, n. 1, p. 25–31, 2012.

WOO, J.; SHIN, K. O.; YOO, J.-H.; PARK, S.; KANG, S. The effects of detraining on blood adipokines and antioxidant enzyme in Korean overweight children. **European Journal Pediatrics**, v. 171, n. 2, p. 235–43, 2012.

WOZNIAK, S. E.; GEE, L. L.; WACHTEL, M. S.; FREZZA, E. E. Adipose tissue: The new endocrine organ? a review article. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 54, n. 9, p. 1847–1856, 2009.

ZOELLER, R. F.; RYAN, E. D.; GORDISH-DRESSMAN, H.; et al. Allometric scaling of isometric biceps strength in adult females and the effect of body mass index. **European Journal of Applied Physiology**, v. 104, p. 701–710, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Pais ou Responsáveis.....	99
APÊNDICE B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido ao Adolescente.....	101

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS OU RESPONSÁVEIS

1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Pais ou Responsáveis

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para seu filho participar desse estudo. O objetivo desse estudo é analisar a "Influência do polimorfismo $\beta 2$ no metabolismo basal e função pulmonar em obesos asmáticos e não-asimáticos".

É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços da medicina, e a participação do seu filho (a) é fundamental. Essa pesquisa será acompanhada através dos exercícios físicos programados e orientação alimentar sobre as complicações decorrentes da asma e obesidade em crianças e adolescentes, com idade entre 12 e 16 anos, por um período de seis meses.

Além disso, algumas visitas ao laboratório do Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida, no departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, serão necessárias para a realização de: (a) teste de caminhada/corrida máximo em esteira, (b) avaliação de broncoprovocação por exercício físico e metacolina, e (c) avaliações antropométricas e clínicas, bioquímicas e genéticas, (d) avaliação da composição corporal (e) avaliação por ultrassonografia.

Caso seu filho participe da pesquisa, ele terá que realizar alguns procedimentos antes e durante o estudo:

a) Participar de consulta médica trimestral, onde serão entrevistados e examinados por médico treinado, participante do projeto. O médico irá avaliar a estatura, o peso, circunferência abdominal, pressão arterial, o desenvolvimento dos pêlos pubianos nos meninos e meninas, o desenvolvimento mamário das meninas e o desenvolvimento testicular dos meninos, fazendo o exame clínico geral no início e no final do programa.

b) Realizar exames de rotina que serão coletados no período da manhã em jejum de 12 horas, sendo eles: avaliação do gasto metabólico de repouso (representa a maior parte da energia utilizada para manutenção das funções normais do organismo humano), nas dependências do departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, que serão analisados com o paciente em repouso (deitado) em uma maca e através da utilização de aparelhos adequados a pesquisa que não apresentam nenhum risco ao seu filho (a). Os exames de sangue serão coletados no laboratório Criscenter, antes do início aos três e seis meses, sendo analisados o hemograma, dosagens de glicose, insulina, colesterol total (CT) lipoproteínas de alta intensidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicérides (TG), óxido nítrico e adiponectina humana. Serão extraídas do sangue coletado amostras de DNA para as avaliações genéticas.

c) Realizar exame de composição corporal por densitometria computadorizada (DEXA). O DEXA é um procedimento de alta tecnologia que permite a quantificação da gordura e do músculo, assim como do conteúdo mineral ósseo e das estruturas ósseas mais profundas do corpo. O procedimento é totalmente seguro, por apresentar baixa exposição à radiação, sem prejuízos à saúde do indivíduo. Será realizado em clínica especializada, externa ao Hospital de Clínicas - Centro de Terapias Inovadoras (CETI).

d) Realizar avaliação por ultrassonografia da carótida e do abdome para avaliação do endotélio (camada interna da artéria carótida), para avaliar a aterosclerose precoce e para avaliar a gordura presente na região intra-abdominal (fator de risco de doença cardiovascular na vida adulta), nas dependências do departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, que serão analisados com o paciente em repouso (deitado) em uma maca e através da utilização de aparelhos adequados a pesquisa que não apresentam nenhum risco ao seu filho(a).

e) Realizar testes ergométricos que são de esforço máximo para avaliar o condicionamento físico nas aulas de academia. Será realizada uma primeira sessão de familiarização (reconhecimento do aparelho) e uma segunda sessão para a realização do teste de esforço máximo. O teste de esforço máximo consiste de caminhada na esteira, iniciando com uma baixa velocidade e aumentando essa velocidade a cada três minutos, até que seu filho (a) atinja o máximo de esforço exigido. Durante o teste será monitorada a frequência cardíaca e a intensidade do exercício através de escalas de percepção de esforço. As avaliações de esforço máximo serão realizadas no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná e terão acompanhamento de uma equipe previamente treinada sob a supervisão da médica Dra. Neiva Leite.

f) Realizar testes de broncoprovocação (teste que avalia o grau de sensibilidade que ocorre nos brônquios) por exercício e metacolina antes do início e após três meses, que serão realizados nas dependências da Unidade de Imunologia e Pneumologia do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná e terão o acompanhamento de uma equipe previamente treinada sob a supervisão do Dr. Nelson Augusto do Rosário Filho. Os testes de broncoprovocação são muito utilizados no cotidiano para quantificar o grau de limitação e discriminar as causas de intolerância ao exercício, além disso, podem verificar se a dificuldade de respirar possui origem cardíaca ou pulmonar. Para a realização desses testes o seu filho (a) deverá evitar o consumo de chá, café ou refrigerante duas horas antes da avaliação e suspender o uso de broncodilatadores 12 horas antes da avaliação. O teste de broncoprovocação por exercício físico consistirá de uma caminhada ou corrida na esteira durante oito minutos com a exigência de um esforço moderado do seu filho (a).


MARIA JOSÉ MOCELIN
Médica do Centro de Estudos em Pesquisa
do Serviço Hospitalar de (CQ/UFPR)
Instituto de Física

Rubricas: TCLE versão: Abril/2013
Sujeito da Pesquisa e /ou responsável legal _____
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____

O teste de broncoprovocação com metacolina será realizado com a respiração em um nebulizador de uma substância que não apresenta risco ao seu filho (a). Após os dois testes, que serão realizados em dias diferentes e com intervalo mínimo de uma semana entre eles, serão coletadas as medidas de volume pulmonar com a utilização de um aparelho científico adequado e que não apresenta risco ao seu filho (a).

g) Realizar as sessões de exercício físico durante três dias da semana em uma academia localizada no centro da cidade de Curitiba (Academia Physical), a orientação nutricional que será realizada com a restrição alimentar de 500 quilocalorias (kcal) diárias da dieta alimentar e a orientação de um estilo de vida saudável que será realizada nas dependências do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná em encontros aos sábados com o acompanhamento dos pais. Todos esses procedimentos terão acompanhamentos de uma equipe formada por: médico, educador físico, nutricionista e psicólogo.

Seu filho (a) pode sentir um pouco de desconforto e estar sujeito a alguns riscos durante alguns dos exames acima apresentados, como: a) A retirada de sangue do seu braço que pode provocar dor, inflamação e hematomas; b) O jejum de doze horas pode causar tontura, dor de cabeça, mal-estar do estômago ou desmaio; c) No teste máximo de esteira e broncoprovocação por exercício físico em esteira o seu filho (a) pode sentir exaustão, dores nas pernas e taquicardia que melhoram após a interrupção do teste; d) No teste de broncoprovocação com metacolina o seu filho (a) pode apresentar dor de cabeça, tosse, vertigens, dificuldade de respirar e rouquidão; e) Os adesivos do aparelho de composição corporal ou o gel utilizado na ultrassonografia podem provocar alguma reação a pele tal como vermelhidão ou coceira; f) A densitometria emitirá uma pequena dose de radiação, mas que não oferece risco ao voluntário; Dores musculares e articulares durante e após as sessões iniciais de exercício na academia.

As dores musculares e articulares decorrentes do treinamento após as sessões iniciais tendem a diminuir a medida que seu filho melhore o condicionamento físico. Os benefícios esperados são: a redução da gordura corporal, melhora da pressão arterial, melhora de componentes sanguíneos (colesterol total, HDL, LDL, glicemia, insulina, adiponectina), melhora do condicionamento cardiorrespiratório, melhora do volume pulmonar, aumento das atividades físicas diárias, maior participação nas aulas de educação física e a reeducação nutricional.

Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante ou depois do estudo. As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos médicos que executam a pesquisa e pelas autoridades legais, no entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob a forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.

A participação de seu filho (a) é voluntária e oferece benefícios de uma avaliação clínica completa que não está ligada a nenhum custo ou despesa para a realização dos exames e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela participação do seu filho (a). Você tem a liberdade de recusar participar do estudo, ou se aceitar a participar, retirar seu consentimento a qualquer momento. Além disso, o nome do seu filho (a) e os dados coletados são confidenciais e serão divulgados através de códigos, sendo entregues individualmente a cada responsável do participante após a avaliação dos resultados e término do estudo. Os testes serão conduzidos por uma equipe multidisciplinar e experiente, para que não ocorram possíveis riscos e desconfortos aos avaliados.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná. Além disso, essa pesquisa apresenta como responsáveis a Doutora Neiva Leite, médica e professora adjunta do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, os Doutorandos Fabrício Cieslak, Wendell Arthur Lopes, Larissa Rosa da Silva e as Mestrandas Leilane Lazarotto e Priscilla Rizental Coutinho. Qualquer dúvida sobre o estudo pode ser esclarecida pelo seu responsável: Dra. Neiva Leite – telefone: 33604326.

Diante do exposto acima, eu _____ concedo a participação voluntária de meu filho (a) _____ na pesquisa e declaro estar ciente dos possíveis riscos através dos objetivos e procedimentos que serão realizados. Eu entendi ainda que, sou livre para interromper a participação do meu filho (a) a qualquer instante da pesquisa sem justificar minha decisão e sem que essa decisão afete o seu tratamento com o seu médico. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que a pesquisa será efetuada sem a ocorrência de custos ou prejuízos para mim ou para o meu filho (a).

Curitiba, ____/____/____

Nome do adolescente: _____

Assinatura do adolescente: _____

R.G.: _____

Nome do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

R.G.: _____

Nome do pesquisador responsável: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

R.G.: _____

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AO ADOLESCENTE

3

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido ao Adolescente

Eu _____, estou sendo convidado (a) a participar do estudo "Influência do polimorfismo $\beta 2$ no metabolismo basal e função pulmonar em obesos asmáticos e não-asimáticos". Todas as informações desse estudo foram explicadas pelos responsáveis a Doutora Neiva Leite, médica e professora adjunta do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, os Doutorandos Fabrício Cieslak, Wendell Arthur Lopes, Larissa Rosa da Silva e as Mestrandas Leilane Lazarotto e Priscilla Rizental Coutinho.

Por que esse estudo está sendo feito?

Eu estou sendo informado que este estudo está sendo feito para ter mais conhecimento sobre a asma e a obesidade depois de três meses de prática de exercício físico.

O que eu terei de fazer?

Eu serei solicitado a ir ao departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, a unidade de Imunologia e Pneumologia da Universidade Federal do Paraná, ao laboratório Criscenter e a academia Physical.

Eu serei entrevistado por uma equipe quanto a presença de asma e obesidade, hábitos alimentares e prática de atividade física.

Eu serei avaliado quanto ao peso, estatura, circunferência abdominal, pressão arterial e avaliação puberal pelo médico.

Eu terei que fazer em jejum de 12 horas a avaliação da antropométrica, gasto metabólico de repouso (a maior parte da energia que eu uso para manter meu corpo funcionando normalmente) e exame de sangue.

Eu terei que realizar avaliação da composição corporal por densitometria computadorizada (DEXA). O DEXA é totalmente seguro, por apresentar baixa exposição à radiação, sem prejuízos à saúde do indivíduo.

Eu terei que realizar avaliação por ultrassonografia da carótida e do abdome para avaliação do endotélio (camada interna da artéria carótida), para avaliar a aterosclerose precoce e para avaliar a gordura presente na região intra-abdominal (fator de risco de doença cardiovascular na vida adulta).

Eu terei que fazer em dias diferentes, o teste de esteira com esforço máximo, o teste em esteira de broncoprovocação (teste que avalia a dificuldade do ar ser levado até os meus pulmões) por exercício físico com esforço moderado e o teste de broncoprovocação com metacolina (teste com nebulizador que avalia a dificuldade do ar ser levado até os meus pulmões).

Eu terei que participar durante 24 semanas das sessões de exercício físico na academia durante três vezes por semana (com uma hora e 30 minutos de duração), realizar uma dieta alimentar orientada por uma nutricionista e orientações psicológicas que ocorrerão durante o estudo.

Eu terei que participar dos encontros com a nutricionista e a psicológica aos sábados (a cada quinze dias) e com duração total de duas horas (uma hora com a nutricionista e uma hora com a psicóloga).

Que efeitos indesejáveis (ruins) eu poderia ter participando dessa pesquisa?

Você pode ter um ou mais efeitos indesejáveis nas avaliações, como: a) A retirada de sangue do seu braço que pode provocar dor, inflamação e hematomas; b) O jejum de doze horas pode causar tontura, dor de cabeça, mal-estar do estômago ou desmaio; c) No teste máximo de esteira e broncoprovocação por exercício físico em esteira você pode sentir exaustão, dores nas pernas e taquicardia que melhoram após a interrupção do teste; d) No teste de broncoprovocação com metacolina você pode apresentar dor de cabeça, tosse, vertigens, dificuldade de respirar e rouquidão; e) Os adesivos do aparelho de composição corporal ou o gel utilizado na ultrassonografia podem provocar alguma reação a pele tal como vermelhidão ou coceira; f) A densitometria emitirá uma pequena dose de radiação, mas que não oferece risco ao voluntário; g) Dores musculares e articulares durante e após as sessões iniciais de exercício na academia.

Que benefícios eu poderia ter em participar do estudo?

As dores musculares e articulares que ocorrem no treinamento após as sessões iniciais podem diminuir a medida que seu você melhora o condicionamento físico. Os benefícios esperados são: a redução da gordura corporal, melhora dos fatores que influenciam a obesidade, melhora dos fatores que influenciam a asma, aumento das atividades físicas diárias, maior participação nas aulas de educação física e a reeducação nutricional.


MARIA JOSÉ MOCELIN
 Membro do Comitê de Ética em Pesquisa
 em Seres Humanos do IFPR
 Curitiba, 2013

Rubricas:	TALE versão: Abril/2013
Sujeito da Pesquisa e /ou responsável legal _____	
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TALE _____	

Posso me recusar a participar desse estudo?

Eu não preciso participar desse estudo se eu não quiser. Eu posso sair a qualquer momento e ninguém irá ficar bravo comigo. Meu médico continuará a cuidar de mim. Eu posso fazer perguntas sobre este estudo a qualquer momento.

Quem conduzirá este estudo?

Essa pesquisa apresenta como responsáveis a Doutora Neiva Leite, médica e professora adjunta do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, os Doutorandos Fabricio Cieslak, Wendell Arthur Lopes, Larissa Rosa da Silva e as Mestrandas Leilane Lazarotto e Priscilla Rizental Coutinho. Qualquer dúvida sobre o estudo pode ser esclarecida pelo seu responsável: Dra. Neiva Leite – telefone: 33604326.

Curitiba, ____/____/____

Nome do adolescente: _____

Assinatura do adolescente: _____

R.G.: _____

Nome do pesquisador responsável: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

R.G.: _____



ANEXOS

ANEXO A – Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal do Paraná - CEP/HC – UFPR.....	104
---	-----

ANEXO A
CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES
HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - CEP/HC – UFPR



Curitiba, 03 de maio de 2013.

Ilmo (a) Sr. (a)
Neiva Leite
Universidade Federal do Paraná
Curitiba - PR

Prezada Pesquisadora:

Comunicamos que os documentos abaixo descritos, referente ao Projeto de Pesquisa intitulado: "INFLUENCIA DO POLIMORFISMO B2 NO METABOLISMO BASAL E FUNÇÃO PULMONAR EM OBESOS ASMÁTICOS E NÃO-ASMÁTICOS", foram analisados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, em reunião realizada no dia 30 de abril de 2013.

- Adendo ao projeto;
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Pais e Responsáveis versão abril/2013;
- Termo de Assentimento ao Adolescente versão abril/2013.

Os referidos documentos atendem aos aspectos das Resoluções CNS 196/96, e complementares, sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Ministério da Saúde.

CAAE: 0063.0.208.000-11
Registro CEP: 2460.067/2011-03

Atenciosamente,

Renato Tambara Filho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Hospital de Clínicas/UFPR